Untersuchungen

über die chemische Zusammensetzung des Knochens an verschiedenen Körperstellen und bei verschiedenen Behandlungsmethoden

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der hohen Philosophischen Fakultät

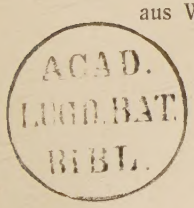
der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Georg Schein

aus Wenigenlupnitz, Kreis Eisenach.



Halle a. S. 1913

Referent: Herr Professor Dr. S. von Nathusius.

Rossberg'sche Buchdruckerei, Leipzig

Meinen lieben Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544727_0095

Inhaltsverzeichnis.

Seite

A. Einleitung 5
1. Allgemeines über das Skelettsystem 6
2. Die chemischen Hauptstoffgruppen der Knochen. 8
3. Literaturangaben 8

B. Die Untersuchung der Knochen 10
1. Gewinnung des Materials 10
a) Präparation 10
b) Probenahme und Zerkleinerung der Knochen 12
c) Beschreibung der Mazerationsmethoden 15
I. Die Knochenmazeration in der Literatur 15
II. Die Knochenmazeration in der Praxis 19
III. Die hier angewandten Mazerationsmethoden . . . 25
2. Untersuchung der Substanz 33
a) Die chemischen Bestandteile der Substanz 34
I. Die präparierten Knochen 34
Die Zusammensetzung der Diaphysen 34
Die Zusammensetzung der Epiphysen im Vergleich zu den Diaphysen 44
Die Zusammensetzung der Rückenwirbel und Rippen 48
II. Die chemische Zusammensetzung der mazerierten Knochen im Vergleich mit den präparierten . . 51

C. Zusammenfassung der Ergebnisse 60
Anhang: Tabellen I—XII.

A. Einleitung.

Bei den zahlreichen neueren Arbeiten, die sich mit der Festigkeit und sonstigen physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Knochen unserer Haustiere beschäftigen, scheint es von Wichtigkeit, die Untersuchung der Knochen

noch nach zwei Richtungen hin vorzunehmen, nämlich einmal in bezug auf die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Skeletteile eines Körpers und sodann in bezug auf die Einwirkung, die eine verschiedene Mazeration und Bearbeitung in chemischer Hinsicht ausübt. Über diese Fragen soll im nachstehenden, auf Grund von Untersuchungen des Verfassers, berichtet werden.

Allgemeines über das Skelettsystem.

Der Tierkörper hat in seinem Knochenskelett eine feste und ihm gleichzeitig formgebende Grundlage, die aus einer großen Anzahl einzelner Knochen besteht. Diese Skelettstücke sind teils unbeweglich, teils beweglich miteinander verbunden. Dadurch bilden sie nicht nur die Stütze für die einzelnen Teile des Körpers, sondern sie stellen auch Höhlen zur Aufnahme innerer Organe her. Sie dienen ferner den Muskeln als Angriffspunkte, um die Bewegung zu ermöglichen. Die Knochen des Skeletts sind ursprünglich nun nicht als feste und harte Gebilde angelegt, sondern ihren Ausgangspunkt nehmen sie von einem weichen Bindegewebe, in welchem an den gegebenen Stellen später Knorpelbildung eintritt. Erst bei definitiver Fertigstellung des Körpers erfolgt Knochenbildung in der letzten Zeit der Entwicklung des Jungen im Mutterleibe und nach der Geburt. Die Form des Knochens ergibt sich meistens aus seiner Verwendung. Deshalb sehen wir lange Knochen dort gebildet, wo es auf Erzielung ausgiebiger Bewegungen ankommt. Kurze Knochen entstehen dort, wo neben einer möglichst großen Festigkeit eine gewisse beschränkte Beweglichkeit das Ziel ist. Die dritte Art von Knochen, die wir noch finden, sind die platten Knochen, die nicht allein zur Herstellung von Höhlen dienen, sondern auch günstige Ansatzstellen für besonders massige und kraftvolle Muskeln ganzer Skelettabschnitte abgeben.

Was nun die äußere Oberfläche der Knochen betrifft, so ist ihre Gestaltung abhängig von der Wirkung äußerer Umstände, z. B. derjenigen von Zug und Druck der mit dem betreffenden Knochen in Verbindung tretenden oder in seiner Nachbarschaft

befindlichen Teile. Was die innere Einrichtung, das Knochengefüge oder die Architektur der Knochen betrifft, so tritt, wenn wir einen Röhrenknochen der Länge nach durchschneiden, uns die Knochensubstanz in zwei verschiedenen Erscheinungsformen entgegen. Es zeigt sich uns eine dichtgebaute Knochensubstanz, die „Substantia ossea dura oder compacta", die die mehr oder weniger dicke Außenlage aller Knochen bildet und durch äußerst massive Beschaffenheit ausgezeichnet ist. Dann sehen wir noch im Innern des Knochens die sog. schwammige Knochensubstanz, die „Spongiosa", die netzförmig angeordnete Knochenbälkchen darstellt. Man glaubte früher, daß diese nur als Stütze für das Knochenmark eingerichtet seien. H. Meyer hat aber schon im Jahre 1867 durch Untersuchungen festgestellt, daß die Einrichtung der spongiösen Knochensubstanz mit den Gesetzen der Statik und Mechanik, insbesondere der Druck- und Zugfestigkeit einer- und der Biegungsfestigkeit andererseits zu vergleichen ist. In dieser Anordnungsweise der schwammigen Knochensubstanz oder Spongiosa trägt die Natur gleichzeitig dem Gesichtspunkte der Rücksichtnahme auf möglichste Leichtigkeit der Knochen Rechnung. Sie bildet also nicht massive Säulen, sondern dort, wo es die Regeln der Druck- und Zugfestigkeit gestatten, stellt sie ein poröses Knochengefüge her zur Aufnahme leichteren Materials, wie des Knochenmarks bei den Säugetieren und der Luft in zahlreichen sog. Luftknochen bei den Vögeln, die ihrer Bestimmung gemäß noch leichter gebaut sein müssen. Wir finden hier auch den Grund für die Verwendung von röhrenartigen bzw. im Innern reichlich porös gebauten Knochen. Die nötige Festigkeit und Widerstandsfähigkeit wird nun dadurch erreicht, daß die Knochenbälkchen und Lamellen der Spongiosa sich überall in der Richtung des maximalen Zuges und Druckes oder den sog. Spannungstrajektorien anordnen und sich dort am dichtesten, also zur kompakten Masse zusammendrängen, wo das Maximum des Zuges und Druckes besteht.[1])

---

[1]) Eichbaum, Beiträge zur Statik und Mechanik des Pferdeskeletts, Berlin 1890.

Betrachten wir nun weiter die Knochensubstanz in chemischer Hinsicht, so sehen wir, daß sie sich aus zwei Hauptstoffgruppen zusammensetzt, nämlich aus der organischen Substanz und aus den in ihr eingelagerten oder mit ihr verbundenen Kalksalzen, der sog. Knochenerde.

Die organische Grundsubstanz besteht nun zum allergrößten Teil aus Ossein, welches man allgemein als mit dem Kollagen des Bindegewebes identisch betrachtet. Das Ossein wird auch, entsprechend seinem Verhalten beim Kochen mit Wasser, als leimgebende Substanz bezeichnet. Nach Hammarsten, Lehrbuch der physiologischen Chemie, haben Hawk und Gies außer dem Ossein noch Mukoid und Albumoid in der organischen Substanz nachweisen können.

Was nun die anorganischen Bestandteile des Knochengewebes, die sog. Knochenerde betrifft, welche nach dem vollständigen Verbrennen der organischen Substanz als eine weiße bis gelblich-weiße Masse zurückbleibt, so besteht sie überwiegend aus Kalk und Phosphorsäure. Sie enthält aber auch gewisse Mengen Kohlensäure, nebst untergeordneten Teilen von Magnesium, Chlor und Fluor. Das Fluor soll aber nur ein Bestandteil des Zahngewebes sein. Das Eisen, welches auch in der Knochenasche in Spuren festgestellt wurde, gehört wahrscheinlich den Blutresten, die beim frischen, nur präparierten Knochen, immer in ihm noch eingeschlossen bleiben, an.

Die dritte Hauptgruppe der Grundsubstanz bildet das Fett; doch ist dieses mehr im Interesse der Haltbarkeit vorhanden und auch nicht in direkter chemischer Verbindung mit den beiden anderen Bestandteilen, den organischen und anorganischen, die miteinander in physiologischer Verbindung stehen.[1])

Bei dem Streben nun der physiologischen Chemie, teils klare Anschauungen über die Vorgänge im Organismus über Umwandlung und Neubildung der denselben zugeführten Stoffe zu gewinnen, teils aber auch die den Organismus aufbauenden Materialien einer genauen Untersuchung zu unterziehen, hat von

---

[1]) P. Holdefleiß, Allgemeine Tierzucht, II. Fütterungslehre. Hannover 1907. S. 26.

jeher die chemische Untersuchung der Knochen einen hervorragenden Platz eingenommen. Jedoch gilt bei diesen Untersuchungen die Einschränkung, daß die Analysen noch aus einer älteren Zeit stammen, in der die Methoden noch nicht so vollkommen und genau waren, wie wir es wohl von den heutigen sagen können. So sind nun in den letzten 30—40 Jahren die Knochen nach verschiedener Richtung analysiert worden. Es liegen mir zwei Arbeiten vor, die in den siebziger Jahren von Schrodt und Wildt ausgeführt sind. Ersterer machte seine Untersuchungen an einem zweijährigen Hunde und versuchte ein Bild zu geben von der Zusammensetzung der verschiedenen Knochen im Tierkörper. Er dehnte seine Untersuchungen aus auf den Gehalt des frischen Knochens an Wasser, Fett, organischer und anorganischer Substanz. In der letzteren bestimmte er Kohlensäure, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure. Auch zog er die Knochensubstanz mit kaltem Wasser aus und bestimmte die in Wasser lösliche Substanz. Die gleichen Untersuchungen führte Wildt an Kaninchen aus, und zwar in verschiedenen Altersstadien, um festzustellen, wie sich die Zusammensetzung der Knochen bei Tieren verschiedenen Alters gestaltet.

An dieser Stelle seien auch die Untersuchungen genannt, die F. Holdefleiß[1]) in Breslau an einem Pferde und an einem Rinde ausführen ließ, um eine klare Grundlage für die Beurteilung des Knochenmehls als Düngemittel zu gewinnen. Hierbei wurden in der Zusammensetzung der verschiedenen Knochen an den bestimmten Bestandteilen teilweise erhebliche Unterschiede festgestellt. Die hierbei gewonnenen Zahlen sollen später, soweit sie mit den meinigen vergleichbar sind, noch näher angegeben werden. Doch wird wohl bei den wenigsten Zahlen ein direkter Vergleich möglich sein, da ich die von mir verarbeiteten Knochen unter anderen Verhältnissen untersuchte. Ich habe nämlich nicht einwandsfrei den Wassergehalt der frischen Knochen feststellen können, wodurch sich die anderen Bestimmungen auch verschieben. Ferner wurden auch von mir

[1]) F. Holdefleiß, Das Knochenmehl, seine Beurteilung und Verwendung, Berlin 1890.

nicht die ganzen Knochen untersucht, wie das von den angeführten Autoren geschehen ist, sondern ich habe bestimmte Stellen am Knochen analysiert. Es war dabei meine Absicht, festzustellen, ob etwa verschiedene Beziehungen in der Zusammensetzung der Diaphyse der Röhrenknochen zur Epiphyse, derselben Knochenteile der Hinter- und Vorderextremitäten, der Wirbelkörper zu dem zugehörigen Dornfortsatz und der mit dem Wirbel verbundenen Rippen und auch der Rippen unter sich beständen. Weiterhin hatte ich es mir auch zur Aufgabe gemacht, festzustellen, ob die verschiedenen Knochen und Knochenteile bei der Mazeration, wie letztere in sehr verschiedenen Methoden bei den skelettsammelnden Instituten zur Anwendung kommt, eine stärkere Veränderung erfahren.

Über diese Frage soll im nachstehenden eingehend berichtet werden, auf Grund von Untersuchungen, die der Verfasser auf Anregung von Prof. Dr. S. von Nathusius ausführte. Daß dabei ihm die Räume und Laboratoriumseinrichtungen des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle zur Verfügung standen, dafür sei auch hier dem Direktor des Instituts Herrn Geheimrat Prof. Dr. Wohltmann der Dank des Verfassers ausgesprochen.

B. Die Untersuchung der Knochen.

1. Gewinnung des Materials.

a) Präparation.

Bevor ich auf meine Untersuchungsergebnisse eingehe, ist es wohl wichtig oder sogar notwendig, eine nähere Angabe zu machen, wie ich die Knochen, die ich zur Untersuchung heranzog, gewonnen und vorbereitet habe. Das Knochenmaterial stammt von zwei Eseln, weiblichen Geschlechts, die beide gleich alt waren, ca. 20 Jahre. Sie waren im Haustiergarten des hiesigen landwirtschaftlichen Instituts der Universität lange Zeit gehalten worden und wurden mir von dem Leiter der Abteilung für Tierzucht und Molkereiwesen, Herrn Prof. Dr. S. von Nathusius, für die Zwecke dieser Arbeit gütigst zur Verfügung gestellt. Die beiden Tiere wurden geschlachtet, nicht gleichzeitig, sondern das zweite Tier erst einige Tage später,

nachdem die Knochen des ersten fertig vorbereitet waren. Hierzu gehörte das Präparieren und das Ansetzen der zu den betreffenden Methoden ausersehenen Knochen zur Mazeration.

Erst nachdem die Knochen des ersten Tieres soweit fertig waren, wurde auch der zweite Esel geschlachtet und dessen Knochen in derselben Weise behandelt.

Was nun die erwähnte Präparation und Mazeration der Knochen betrifft, so will ich zunächst feststellen, was ich unter Präparation verstehe, und welche Knochen ich präparierte. Bei der Präparation handelt es sich nur darum, das Fleisch und die Sehnen von den Knochen so sorgfältig wie möglich mit einem scharfen Gegenstand, Messer oder Löffel, abzuschneiden und abzuschaben. Es wurde aber bei dem Abkratzen des Fleisches und der Sehnenansätze auch zugleich das Periost mit weggenommen, welches aber, wie wir später sehen werden, auch bei der Mazeration mit verloren geht. Ferner wurde peinlich darauf geachtet, daß die Knochensubstanz selbst nicht verletzt wurde. Um nun auch ein möglichst genaues Gewicht der frischen Knochen, so wie sie sich im Tierkörper frei von allen Fleischteilen und ohne Wasserverlust finden, zu erhalten, wurden diejenigen Knochen, die nicht an demselben Tage noch präpariert werden konnten und über Nacht liegen bleiben mußten, mit einem Tuch, das gut mit Wasser durchtränkt war, überdeckt, damit dem normalen Wassergehalt derselben möglichst Rechnung getragen würde.

Von den beiderseitigen Teilen, wie Gliedmaßen und Rippen, wurden nur die Teile einer Seite, und zwar hier der linken Seite, verwandt. Von den medial verlaufenden Skeletteilen, wie Rückenwirbel, wurden nur die geraden Zahlen zur Präparation herangezogen. Die rechten Knochen der Skelette und die ungeraden Zahlen der Rückenwirbel wurden zu den später zu besprechenden Mazerationen herangezogen. Ausgeschlossen von der Untersuchung wurden die Kopfknochen, Halswirbel, Lendenwirbel, Schwanzwirbel, das Brustbein und die Zwischengelenksknochen, da mir die hier angeführten, zur Präparation herangezogenen Knochen ausreichend schienen, um den Zweck meiner Untersuchung zu erfüllen.

Von den einzelnen ganzen Knochen wurde jeder, sobald er sorgfältig präpariert war, d. h. mit einem Messer die Fleischteile gut abgeschabt waren, in einem Eimer mit warmem Wasser abgespült und mit einem Tuche wieder getrocknet. Hierauf wurde der Knochen, so wie er war, sofort, also noch ganz frisch, gewogen auf einer Wage, die auf $^1/_{10}$ g noch deutlich reagierte. Dann wurden sie im Laboratorium auf Filtrierpapierbogen gelegt und so oft täglich gewogen, bis sie keine Gewichtsabnahme mehr zeigten. Die Gewichtskonstanz zeigte sich bei den Knochen des Tieres Nr. 17 nach ca. 10 Tagen, bei denen des Tieres Nr. 18 nach reichlich 14 Tagen. Den zahlenmäßigen Beleg hierfür bringe ich in einer besonderen Tabelle I A, deren Besprechung erst dann erfolgen soll, wenn ich meine Analysenergebnisse selbst betrachten werde. Auch wurden dann die einzelnen Knochen gemessen und die Maße an den markantesten und deutlich bezeichneten Stellen genommen. Jedoch sollen letztere Zahlen nicht mit zu dieser Arbeit herangezogen werden, sondern werden noch zu einer besonderen Arbeit zurückgestellt. Soweit die Vorbereitung der ganzen präparierten Knochen. Das zu den Analysen bestimmte Knochenmaterial bereitete ich in folgender Weise vor.

b) Probenahme und Zerkleinerung der Knochen.

Zu den wesentlichsten Punkten meiner Arbeit gehört die Feststellung der chemischen Zusammensetzung der Knochen an verschiedenen Stellen. An den Röhrenknochen beabsichtigte ich die chemische Zusammensetzung der Diaphysen mit der der Epiphysen zu vergleichen. Die Rückenwirbel wurden dazu in Körper und Dornfortsatz getrennt, von den Rippen wurde die ganze Rippe, jedoch ohne Rippenköpfchen und Rippenhöcker, verwandt. Das Diaphysenmaterial wurde auf folgende Weise gewonnen: Die Gliedmaßenknochen wurden quer in der Mitte mit einer Bandsäge auseinander gesägt, und von da nach oben ca. $^1/_4$, gleich 25%, der Gesamtlänge des ganzen Knochens zur Untersuchung verwandt, mit Ausnahme des Oberschenkelbeins, wo ich entsprechend der Gesamtlänge des Knochens von 270,2 mm ca. 70 mm von der Mitte der Diaphyse nach oben hätte nehmen

müssen, aber nur 40 mm genommen habe; dies aus dem Grunde, weil die Compacta nicht so hoch im Knochen reichte, sondern schon bis ca. 40 mm über der Mitte des Knochens die Spongiosa einsetzte, so daß die Vergleichbarkeit der Analysen sonst gestört wäre. Weiter wurde aus den Röhrenknochen das Markrohr mit der darin befindlichen Spongiosa, so gut es ging, entfernt, um eine möglichst reine, kompakte Knochensubstanz zu erhalten. Die Epiphysen, d. h. der obere oder proximale und der untere oder distale Gelenkkopf, wurden jeder für sich analysiert, auch von jedem Gliedmaßenknochen. Die Epiphysen wurden so von den Diaphysen getrennt, daß die Schnittfläche sich immer möglichst nach der Grenzfuge von Diaphyse und Epiphyse richtete. Diese Grenzlinie war natürlich bei so alten Tieren vollständig verwachsen und oft nicht mehr zu sehen. Bei den Epiphysen wurde aber die Spongiosa, die ja da die Hauptmasse ausmacht, natürlich nicht entfernt; auch wurde das eingeschlossene Fett darin gelassen. Es wäre wohl auch schwierig oder unmöglich gewesen, dieses quantitativ herauszupräparieren.

Eichbaum[1]) gibt in seinem Buche eine kurze Inhaltsangabe einer im Jahre 1867 im „Archiv für Anatomie und Physiologie" von Reichert und Du Bois-Reymond erschienenen Abhandlung von G. Hermann Meyer „Die Architektur der Spongiosa"; darin bezeichnet Meyer die kompakte Knochensubstanz oder, wie er sie noch nennt, die Dura, als eine ganz dichte Zusammendrängung der Elemente der Spongiosa, oder die Spongiosa erscheint als sukzessive Abblätterung der Dura. Aus diesem Grunde glaubte ich auch berechtigt zu sein, die Epiphysen ohne irgendwelche Veränderung zur Untersuchung zu verwenden und ohne Zweifel mit der kompakten Knochensubstanz vergleichen zu können.

Zur Untersuchung selbst wurde das Knochenmaterial in gepulvertem Zustande, d. h. gemahlen, benutzt. Bei von anderer Seite ausgeführten Knochenuntersuchungen ist das Material entweder gröblich zerstoßen, oder auch gemahlen, oder aber mit

[1]) Eichbaum, Beiträge zur Statik und Mechanik des Pferdeskeletts, Berlin 1890.

einer sog. Feile zerkleinert worden. Ich verwandte zur Herstellung meines Knochenmaterials eine Knochenmühle. Von Knochenmühlen gibt es wohl eine große Menge der verschiedensten Arten. Doch glaube ich, daß wohl keine davon den Ansprüchen für die Zerkleinerung zur analytischen Untersuchung so gut entsprochen hätte, als wie die von mir benutzte. Es war das System „Heureka" der Jonitzer Gasapparate- und Maschinenfabrik, Jonitz bei Dessau. Ich gewann damit ein fast staubfeines Material, wenigstens bei der Diaphysensubstanz. Auch ging das Mahlen der Epiphysen noch sehr gut, obgleich oft fast die Hälfte der Substanz Fett war.

Es ist beachtenswert, wenn man möglichst feines Material erhalten will, den Hebel zum Andrücken der Knochen nicht zu stark zu gebrauchen, hauptsächlich bei den weichen und platten Knochen, wie auch bei den fettreichen Epiphysen, Rückenwirbeln und Rippen. Bei den Rippen ist noch zu bemerken, daß da schon ein Eindrücken der Knochen mit der Hand genügt. Die Anwendung des Klappdeckels und des Hebels ist hier am besten zu unterlassen, da ein zu starker Druck Veranlassung zum Ausbrechen der dünnen, kompakten Wände gibt. Damit wäre dann der Zweck einer möglichst feinen Zerkleinerung des Materials verfehlt und damit im Zusammenhang eine schlechte Probenahme die Folge. Übt man aber bei dem Mahlen der weichen und platten Knochen nur etwas diese Vorsicht, so erhält man ein zur Probenahme ganz vorzügliches Material. Die Knochenmühle läßt sich auch leicht mit einer Drahtbürste und hinterher mit einer Haarbürste reinigen, da die Walze mit den Sägeblättern bequem sich aus dem Hauptgestell herausnehmen läßt. Für jede Probesubstanz wurde die Mühle natürlich erst sorgfältig gereinigt. Zu bemerken ist noch, daß sich in dem Knochenpulver nur geringe Mengen von Eisensplittern befanden, die ich mit einem kleinen Magneten ganz leicht entfernen konnte. Letzteres bezieht sich aber nur auf das Pulver von den Diaphysen der Gliedmaßen. Bei den sehr fettreichen Epiphysen, ebenso bei den Rückenwirbeln und Rippen war mit dem Magnet nichts festzustellen. Es geht daraus wohl hervor, daß beim Mahlen der weichen Epiphysen usw. überhaupt kein Eisen-

splitter von den Zähnen der Knochenmühle in die gemahlene Knochensubstanz gekommen ist. Ich habe wenigstens bei einer qualitativen Prüfung auf Eisen mit Rhodanammonium auch keine merklich größeren Mengen Eisen nachweisen können als in den Diaphysen nach der Behandlung mit dem Magneten, und auch hier waren es nur Spuren.

c) Beschreibung der Mazerationsmethoden.

Unter Mazeration der Knochen verstehe ich folgendes: Die Knochen werden nur roh entfleischt und dann mit chemischen Mitteln, z. B. Wasser, warm oder kalt, Sodawasser, Benzin zum Entfetten oder auch anderen entfettenden Mitteln und eventuellen Bleichmitteln, wie vorzugsweise dazu Wasserstoffsuperoxyd (H_2O_2) angewandt wird, nacheinander behandelt und zwar so lange, bis der gewünschte Erfolg erreicht ist.

Um nun zunächst einen Überblick zu erhalten, auf welche Weise an den verschiedenen zoologischen und anatomischen Instituten die Mazeration der Skelette erfolgt, fragte ich bei fast allen Anstalten der deutschen Universitäten darum an. Es wurde mir auch durch deren Präparatoren bereitwilligst die erbetene Auskunft erteilt, wofür ich den betreffenden Herren auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen möchte.

I. Die Knochenmazeration in der Literatur.

Bevor ich jedoch die von mir angewandten Mazerationsmethoden beschreibe, sei einiges über das in der Literatur Befindliche über Knochenmazerieren hier vorausgeschickt. Sußdorf[1]) gibt in seinem Buche einen kurzen Überblick der von verschiedenen Forschern auf dem Gebiete der Mazeration gemachten Erfahrungen. Als erster, der sich näher mit Knochenmazeration beschäftigte, ist, soweit ich in der Literatur feststellen konnte, wohl Teichmann anzusehen, der auch eine Methode ausgearbeitet hat, die er im „Anatomischen Anzeiger 1887, II. Bd., S. 461 ff., 495 ff. beschreibt. Gegenüber der von

[1]) Sußdorf, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 1. Bd., Stuttgart 1895.

altersher üblichen Art und Weise, die Knochen im kalten Wasser der Fäulnismazeration zu überlassen, was oft mehrere Wochen, ja im Winter mehrere Monate dauerte, wendet er warmes Wasser an, möglichst weiches oder gar destilliertes, und zwar empfiehlt er eine Temperatur von 30 40° R. Dabei sei nach 5—6 Tagen die Mazeration so weit erfolgt, daß zur Verseifung des Fettes die Knochen in eine 10 %ige Sodalauge gebracht werden können, worin sie einige Minuten langsam zu kochen sind. Er sagt noch, daß ein Kochen mit der Soda nicht unbedingt erforderlich sei, ja schon bei gewöhnlicher Temperatur fände die Verseifung statt, nur müßten dann die Knochen dementsprechend längere Zeit in der Sodalauge liegen gelassen werden. Hierauf kocht er nochmals, um nun wieder die Fettseifen zu entfernen, die Knochen mit reinem Wasser, spült mit reinem, warmem Wasser nach, dann findet ein Trocknen und, wenn nötig, Bleichen statt.

Pfitzner[1]) vervollkommnet das Teichmannsche beschleunigte Warmwasser-Mazerationsverfahren, indem er die bei 38 bis 40° behandelten und dann bei 40° getrockneten Knochen, die er aber vor dem Einbringen in das Mazeriergefäß auch noch möglichst von allen Fleischteilen gereinigt wissen will, da dadurch die Mazeration erheblich gefördert werde, in mit Salzsäure angesäuertem Wasser abkocht, darauf eine Entfettung im Benzinapparat folgen läßt und dann noch ein einmaliges Aufkochen in 5—10 %iger Sodalauge ausführt.

Die Mazeration der Knochen mit Kalilauge ist nach Teichmanns Mitteilungen auch schon lange im Gebrauch. Zander[2]) hat diese Methode zu einem System ausgearbeitet. Er verwendet 5 %ige Kalilauge bei einer Temperatur von 55—65° C. Die so behandelten Knochen werden teilweise sehr schnell von ihren Weichteilen befreit, nur ist bei den weichen Knochen dabei mit größter Vorsicht und unter fortwährender Beobachtung zu verfahren. Vorteilhaft ist diese Methode dadurch, daß dabei nicht wie bei der Kalt- und Warmwasserbehandlung so üble Gerüche auftreten und die Mazeration in jedem Raum vorgenommen werden kann.

[1]) Pfitzner, Anatomischer Anzeiger 1889, S. 690.
[2]) Zander, Anatomischer Anzeiger 1886, S. 25.

Sußdorf[1]) bedient sich auch der Warmwasser-Mazeration bei 38--40° C und spritzt dann größere Knochen nach Verflüssigung des Markfettes mit heißer Sodalösung von 5 -10 %iger Konzentration aus, nachdem beide Knochenenden mit genügend weiten Bohrlöchern versehen sind. Nach der Mazeration werden die Knochen schnell in Sodalösung aufgekocht, getrocknet und gebleicht, oder vor letzterer Maßnahme noch in Äther entfettet.

An der Anatomischen Anstalt in Berlin ist neuerdings eine Mazerationseinrichtung ausgeführt, auch mit einem eigens hierzu gebauten feuersicheren Benzinentfettungsapparat. Eine genaue Beschreibung der Einrichtung findet sich im Anatomischen Anzeiger 1907, Bd. 31, S. 246 ff. Diese hier zu wiederholen, würde zu weit führen, und ich verweise auf obige Quelle. Erwähnen möchte ich, daß hier anstatt der reinen Soda ein Fabrikat „Henkels Bleichsoda" und zum Bleichen der Knochen dann zum Schluß Wasserstoffsuperoxyd angewandt wird.

Auch noch eine Kalilaugenmethode wird im Anatomischen Anzeiger 1910, Bd. 36, S. 314—316 beschrieben, wie sie im Taurischen Naturhistorischen Museum in Simferopol gehandhabt wird. Hierbei sind vielleicht folgende Hauptpunkte hervorzuheben:

Nach dem Entfleischen und Entbluten der Tiere folgt ein Kochen des Objekts, bis alle Weichteile gut durchgekocht sind; dabei werden a) die großen Tiere in Eau de Javelle gekocht, wodurch die Weichteile zum Teil zerstört werden, während b) die kleineren Tiere in kochende Sodalösung kommen und c) die sehr kleinen und jungen Tiere in reinem Wasser gekocht werden; jedoch soll das Kochen unterbrochen werden, sobald sich die Weichteile von den Knochen abzulösen beginnen. Nachdem das gekochte Objekt abgekühlt ist, kommt es zur weiteren Bearbeitung in eine alkoholische Kalilaugenlösung, deren Konzentration sich nach der Größe des Tieres richten muß. Die stärkste Lösung für große Tiere darf 20 g Kali caust. auf 300 ccm 70 %igen Alkohol enthalten. Bei kleineren und kleinen Tieren

[1]) Sußdorf, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 1. Bd., Stuttgart 1895.

soll die Konzentration dementsprechend geringer sein. Man soll auf diese Weise sogar ganz alte, sehr fettreiche und schon schwarz gewordene Knochen gut entfettet und gebleicht erhalten. Das so mazerierte Objekt kommt nun in reines Wasser, das alle 12 Stunden zu wechseln ist, bis es nicht mehr trübe wird. Hiermit ist diese Mazeration beendet.

Ich halte die Methode für etwas gewagt, da bei dieser Konzentration die weichen und spongiösen Knochen doch wohl zu leicht angegriffen werden könnten, ehe man es recht gemerkt hat. Ich möchte die Kalilaugenmethode nicht besonders zur Mazeration empfehlen, da man doch immer bei noch so großer Aufmerksamkeit zu leicht der Gefahr eines Mißlingens ausgesetzt ist, wenn auch die Lösung noch so schwach ist.

Bei meiner Umfrage betreffs der Mazeration an den verschiedensten deutschen Universitätsinstituten, war nur in einem Falle Kalilauge angegeben, was doch auch ein Beweis dafür ist, daß ihre Verwendung nicht so recht Anklang gefunden hat. Dagegen findet man die Natronlauge öfter angewandt, und zwar hat man sich dabei auch schon ganz nennenswerter Konzentrationen bedient, bis ca. 4 %. Doch hat sich das Knochenmaterial schon bei einer 4 %igen Lösung nachher nicht haltbar gezeigt. Es beginnt nämlich schon nach nicht allzulanger Zeit ein Zerfallen des so behandelten Knochens einzutreten, er wird bröcklig und zerfällt schließlich zu Pulver.

In der Literatur[1]) ist nun auch noch die Methode erwähnt, die Herstellung eines Skeletts unter Mithilfe von Lebewesen zu erreichen. Da die Mazerationsarbeit nicht gerade appetitlich ist und die hierbei entwickelten Gase sehr unangenehm werden können, so hat man schon in frühester Zeit versucht, Lebewesen, die Aas fressen, in den Dienst der Sache zu stellen, allerdings mit nicht gerade ermutigendem Erfolge. Gewöhnlich sind es Ameisen und Mehlwürmer, allenfalls auch Fliegenlarven (Fleischmaden), denen man die Aufgabe des Skelettierens stellt, indem man das zu mazerierende kleine und abgehäutete Tier in eine

[1]) Leonhardt und Schwarze, Das Sammeln, Erhalten und Aufstellen der Säugetiere und Vögel, 1. Teil, Neudamm.

feste Holzschachtel mit entsprechend durchlöcherten Wänden legt und das Ganze in einen Ameisenhaufen, eine Mehlwürmerkiste usw. stellt. Die Hauptgefahr bei dieser Methode besteht nun aber darin, daß auch die Bänder, die die Gelenke zusammenhalten, von den gierigen Tierchen nicht verschont werden, so daß man, wenn man öfteres Nachsehen versäumt, nur die sauber abgefressenen Knochen vorfindet. Aber auch wenn man den Zeitpunkt richtig trifft, wird das Skelett niemals schön weiß, es behält stets einen dunklen Ton und bildet keine Zierde der Sammlung. Im allgemeinen kann man daher dem Abfressenlassen der Weichteile das Wort nicht reden, der geringe Erfolg hängt zu sehr vom Zufall ab, auch eignet sich das Verfahren nur für kleine Tiere, wie Mäuse usw., oder auch kaum noch für einen einzelnen Knochen von einem größeren Tier, so daß man für ein Skelett von letzterem schon eine ganze Anzahl Ameisenhaufen oder Mehlwürmerkisten zur Verfügung haben müßte, was doch etwas viel Umstände und Schwierigkeiten veranlassen könnte. Aus allen diesen Gründen ist man wohl auch von diesem Verfahren abgekommen und hat sich ausschließlich der Mazeration zugewandt, das ist eben, wie ich oben beschrieben habe, die Erweichung der Weichteile durch Flüssigkeiten und Entfernung derselben auf mechanischem Wege.

II. Die Knochenmazerationen in der Praxis.

Die mir bei meiner Umfrage mitgeteilten Methoden der Mazeration sind in folgender Reihe zusammengestellt, geordnet nach den vorkommenden Hauptmomenten, der Erweichung der Fleischteile und der Entfettung mit Benzin.[1])

A. Kaltwasser-Mazeration.

a) Ohne Benzin:

Wurde nirgends ausgeführt.

---

[1]) Die Entfettung geschieht nicht allein mit Benzin, sondern es wurden mir auch andere fettentziehende Stoffe mitgeteilt, als da sind: Xylol, Äther, Schwefelkohlenstoff, und dann wird auch durch kaustische Mittel schon das Fett zum Teil verseift. Ich habe die anderen fettentziehenden Stoffe mit unter Benzin gruppiert, da letzteres doch am häufigsten vorkommt.

b) Mit Benzin:
1. Gießen,
2. München.

B. Warmwasser-Mazeration.
a) Ohne Benzin:
1. Marburg,
2. Berlin,
3. Königsberg.
b) Mit Benzin:
1. Leipzig,
2. Jena,
3. Greifswald.

C. Kaustische Mittel.
a) Ohne Benzin:
1. Greifswald,
2. Breslau.
3. München,
4. Greifswald.
b) Mit Benzin:
1. Würzburg,
2. Göttingen,
3. Heidelberg,
4. Berlin,
5. Berlin.

D. Pankreas-Mazeration.
Halle a. d. Saale.

Prüfen wir nun die Zusammenstellung dieser Mazerationsmethoden näher, so sehen wir zunächst, daß eine Methode in der Praxis überhaupt nicht mehr gebraucht wird, und das ist die einfache Kaltwasser-Mazeration, d. h. die einfache Fäulnismazeration unter Wasser, wie sie zuerst gehandhabt wurde und aus der sich heraus allmählich die verschiedensten Methoden entwickelt haben. Bei der nächstfolgenden Gruppe findet eine gewöhnliche Mazeration in kaltem Wasser statt, der in Gießen ein Entfetten in Xylol folgt, und daran anschließend Bleichen durch Wasserstoffsuperoxyd, dagegen läßt man in München

anstatt des Bleichungsprozesses mit Wasserstoffsuperoxyd nur die Sonnenstrahlen auf die Knochen einwirken, wobei diese immer mit Wasser übergossen werden, um ein Rissigwerden bei dem scharfen Austrocknen zu vermeiden. Diese Gruppe kommt also nur noch an zwei Instituten zur Ausführung.

Was nun weiter die Warmwassermazeration betrifft, so wird hier auch wieder eine Unterscheidung zwischen solcher ohne und der mit Benzinbehandlung gemacht. So wird das Objekt in Marburg nur in warmem Wasser von 40° R mazeriert und dann an der Luft getrocknet, in Berlin findet eventuell noch ein Bleichen in Wasserstoffsuperoxyd statt, und in Königsberg bohrt man die Knochen an, spritzt das Mark aus und bleicht an der Sonne durch Übergießen mit Wasser wie in München. Ich habe selbst diese Methode ausgeführt und gefunden, daß das Material sehr gut aussah, wenn es auch nicht so weiß war, als wenn ich es noch mit Wasserstoffsuperoxyd behandelt hätte, aber trotzdem sah es nicht schlecht aus im Vergleich mit den mit Wasserstoffsuperoxyd behandelten Knochen.

Die Warmwassermazeration mit Benzinentfettung hat mir nun am meisten gefallen; so behandeltes Knochenmaterial sah am besten aus. Ich benutzte für die mir zur Verfügung stehenden Eselsknochen die Methode, wie sie in Leipzig gehandhabt wird. Nämlich Warmwassermazeration, dann Trocknen an der Luft und Entfetten im Benzinentfettungsapparat, und zuletzt fand noch Bleichen in Wasserstoffsuperoxyd statt. Dasselbe Verfahren wird in Jena und in Greifswald ausgeübt, nur wird in letzterem Orte nicht in Wasserstoffsuperoxyd gebleicht, sondern dort werden wieder die Sonnenstrahlen dazu herangezogen. Jedoch ziehe ich Wasserstoffsuperoxyd vor, da es bequemer ist; wenn die Knochen hineingebracht sind und dafür gesorgt ist, daß sie gut untertauchen in der Flüssigkeit und die Flüssigkeit genügend verdünnt ist, dann braucht man sich nicht mehr darum zu kümmern, der Bleichungsprozeß geht ohne weiteres Zutun vor sich. Bei der Sonnenbleiche ist es etwas schwieriger; die Sonne scheint nicht immer, wenn man sie gern haben will, und dann ist es sehr notwendig, daß man die Knochen immer zur richtigen Zeit mit Wasser übergießt,

damit sie nicht Risse bekommen. Das Übergießen mit Wasser muß dann öfter, womöglich alle paar Stunden geschehen, wenn die Sonne stark scheint. Ja es findet schon ein Reißen der Knochen statt, wenn sie bloß an der Luft im Schatten liegen und man nicht genügend Obacht dabei gibt. Die Knochen werden aber nach meiner Erfahrung auch nicht so schön weiß als in Wasserstoffsuperoxyd; doch kann dies aber auch an meinem Knochenmaterial gelegen haben, und ich glaube, daß es mit anderen Knochen, z. B. mit jungen Tieren an der Sonne fast ebensogut geht, als in Wasserstoffsuperoxyd; doch hat man immer eine viel größere Aufmerksamkeit auf das Material zu richten, wenn es in der Luft oder in der Sonne liegt.

Zu den Mazerationsmethoden mit kaustischen Mitteln ist zuerst zu bemerken, daß diesem Verfahren meist noch eine Behandlung in kaltem oder warmem Wasser vorausgeht, worauf die Einwirkung der kaustischen Mittel folgt, die bei dieser Rubrik (C a) ohne Benzin gleichzeitig eine Entfettung herbeiführen sollen. Dies wird ja auch tatsächlich damit erreicht, wenn auch nicht so vollkommen als bei der Behandlung im Benzinapparat. So wird in Greifswald erst das Objekt in kaltem Wasser mazeriert. Es wird hier Wert darauf gelegt, Bänderskelette zu erhalten, d. h. die natürlichen Bänder, die die Gelenke zusammenhalten, dürfen bei der Mazeration nicht mit entfernt werden. Deshalb wird hier wohl auch das Skelett möglichst sauber von allen anhaftenden Fleischteilen befreit und dann in Wasser gebracht und unter steter Beobachtung, daß sich die Bänder nicht lösen, der Mazeration ausgesetzt. Hierauf wird mehrere Tage hintereinander mit sodafreier Seife und Wasser zum vollständigen Entfernen aller Fleischreste gut abgebürstet und hier anstatt mit Wasserstoffsuperoxyd mit Chlorkalk gebleicht. Danach kommt noch ein Trocknen und Bleichen in Luft und Sonne. In Breslau wird nach der Mazeration in kaltem Wasser das Material in Sodalösung gekocht, mit kaltem, reinem Wasser einen Tag gewässert und dann an der Luft getrocknet. In München wird anstatt der Sodalösung etwas Kali causticum dem Wasser zugesetzt, sonst ist das Verfahren dasselbe. In Greifswald werden kleine Tiere meist in konzentrierter „kaustischer" Soda, je nach der

Temperatur 3—8 Tage lang mazeriert. Hierher gehört auch die bei der Literaturbesprechung schon erläuterte Methode des Taurischen naturhistorischen Museums in Simferopol. Doch muß wohl, sowie bei letzterer Behandlung, auch bei der mit konzentrierter kaustischer Soda, große Vorsicht geübt werden, um ein Mißlingen zu verhüten.

Bei der Behandlung der Knochen mit kaustischen Mitteln und Benzin stehen auch wieder fünf verschiedene Methoden zur kurzen Erörterung. In Würzburg folgt der Kaltwassermazeration eine Behandlung mit Ammoniakwasser und darauf eine Entfettung mit Schwefelkohlenstoff oder Benzin und noch zuletzt Bleichen mit H_2O_2. An Stelle des Schwefelkohlenstoffs möchte ich doch lieber Benzin vorziehen, da Schwefelkohlenstoff im Geruch noch unangenehmer ist.

In Göttingen werden die Knochen nach Entwässerung mit grüner Seife oder Sodawasser gekocht, bis sich die Weichteile loslösen, dann im Benzinapparat entfettet und mit Wasserstoffsuperoxyd gebleicht. In Heidelberg geht eine Warmwassermazeration voraus, darauf wird das Material getrocknet und im Entfettungsapparat mit Benzin behandelt, mit 5 %iger Sodalösung abgebürstet und an der Luft und Sonne gebleicht und getrocknet. Nun folgen als letzte noch zwei Institute in Berlin, von denen das eine Institut das von Pfitzner im Anatomischen Anzeiger 1889, S. 690 ff. beschriebene Verfahren anwendet, das andere Institut gebraucht ein chemisches Fabrikat: „Henkelsche Bleichsoda". In beiden Fällen wird auch ein Benzinapparat zum Entfetten benutzt. Bei dem ersten Verfahren werden die Knochen mit 5—10 %iger Sodalösung gekocht und an der Luft getrocknet und gebleicht, während bei dem zweiten das Bleichen mit Wasserstoffsuperoxyd, wenn nötig unter Zusatz von etwas Henkelscher Bleichsoda, und daran anschließenden Auswässern und Trocknen erfolgt. Zum Schluß der Aufzählung der verschiedensten Mazerationsmethoden, wie ich sie eben nur ganz kurz zu skizzieren versuchte und von denen fast keine einzige mit einer anderen übereinstimmte, habe ich eine Methode beim Mazerieren der Knochen mit benutzt, die auch im hiesigen landwirtschaftlichen Institut in Gebrauch ist und bis jetzt ganz vor-

treffliche Dienste geleistet hat, das ist die sog. Pankreas-Mazeration. Es wird nämlich eine Bauchspeicheldrüse in das Wasser, in dem das Skelett behandelt werden soll, so wie sie im Tier ist, hineingetan. Das in fließendem Wasser gut gewässerte Skelett wird dann durch Kohlenfeuerung zum Kochen gebracht und dann ca. 24 Stunden, währenddem sich das Wasser abkühlt, darin gelassen, wonach die Mazeration beendet ist. Alle Weichteile und Sehnenansätze sind von dem Knochen losgelöst und auch das Fett teilweise entfernt. Das Skelett wird dann herausgenommen, mit warmem Wasser, dem etwas Soda zugesetzt ist, sorgfältig abgebürstet und dann getrocknet. Beim Trocknen wurde das Skelett weiß, wenigstens war das Aussehen eines Kuhskeletts, das auf diese Weise mazeriert war, ganz ausgezeichnet. Diese schnelle Mazeration ist vielleicht so zu erklären, daß die Pankreas, die eine Eiweiß auflösende und gleichzeitig fettspaltende Wirkung hat, in der Zeit, in der das Wasser die für die Einwirkung des Pankreasfermentes günstigste Temperatur erlangt hat, sehr intensiv auf die noch an den Knochen ansitzenden Fleisch- und Muskelreste einwirkt. Dabei beginnt schon ein Loslösen der Fleischreste, das schließlich durch das zum Sieden gebrachte Wasser vervollständigt wird.

In der Literatur wird die Pankreasmazeration schon von Pfitzner[1]) erwähnt. Er sagt hier: „Eine noch weit kräftigere Mazerationskultur (als die in einem Wasser von 38–40°) entwickelt sich, wenn man etwas Trypsin oder getrocknete, präparierte Pankreas zusetzt (d. h. zu dem warmen Wasser). Die derbsten Sehnen sind nach 3—4 Tagen nicht nur vom Knochen abgelöst, sondern, wie auch alle anderen Weichteile, vollständig verflüssigt. Die Zeitdauer ist also fast auf die Hälfte der Zeit reduziert und die Mazeration absolut sicher. Trotzdem kann ich die Methode nicht empfehlen, da sich dabei entsetzliche, wahrhaft mephitische Düfte entwickeln, die sich namentlich beim Reinigen der Knochen, aber auch noch nachher am getrockneten Knochen bemerkbar machen.“ Dieser hier geschilderte Geruch ist mir bei der im hiesigen Institut bis fast zum

[1]) Pfitzner, Anatomischer Anzeiger 1889, 4. Jahrgang, S. 690 ff.

Kochen erhitzten Mazerationsflüssigkeit nicht aufgefallen. Pfitzner hat aber die Flüssigkeit auch bloß bis auf 38—40° erwärmt und die Mazerationsdauer war auch mehr als noch einmal so lang, als bei der im hiesigen Institut benutzten Methode, worin natürlich der Grund für seine Angaben zu suchen ist.

III. Die hier angewandten Mazerationsmethoden.

Ich führe nun in einer Tabelle die Methoden an, die ich zur Mazeration der für meine Untersuchungen bestimmten Knochen, die gleichfalls neben der zugehörigen Mazeration aufgeführt werden sollen, benutzte.

Bei näherer Betrachtung der vorstehenden Tabelle S. 26/29 fällt zuerst auf, daß die mit b bezeichnete Warmwassermazeration der Knochen, die vom Tiere Nr. 18 stammen, 18 Tage dauert, während die in derselben Weise behandelten Skeletteile des Tieres Nr. 17 nur 6 Tage zur völligen Mazeration brauchten. Dieser Unterschied ist nun nicht etwa in der Beschaffenheit des Skelettmaterials des Tieres Nr. 18 zu suchen, da es ja auch die gleichen Skelettstücke wie beim Tier Nr. 17 waren, sondern die Ursache liegt in der nicht gleichmäßigen Erhaltung der Temperatur in dem Mazeriergefäß bei Nr. 18; die Temperatur im Gefäß war nämlich am siebenten Tage, wohl infolge einer zufälligen Verstärkung des Gasdruckes, von 40° auf 48° C gestiegen. Nun verkleinerte ich natürlich die Gasflamme, um ein noch weiteres Steigen zu vermeiden. Über Nacht war aber der Gasdruck wieder geringer geworden und die Heizung auch durch das Kleinschrauben noch geringer, so daß die Temperatur stark sank, bis auf 25° C. Pfitzner[1]) sagt aber, daß Temperaturen über 45° und unter 35° für den Fortgang der Mazeration störend seien. Die Mazeration beruht sicher auf der Tätigkeit von Mikroorganismen, die bei der Temperatur von 38—40° C, d. i. bei der von Pfitzner angegebenen, ihr Optimum finden. Bei Temperaturen über 45° und unter 35° sollen sie absterben, und es treten, wenigstens in letzterem Falle, dann andere Arten an ihre Stelle, die aber die Mazeration viel weniger gut besorgen,

[1]) Anatomischer Anzeiger 1889, 4. Jahrgang, S. 690 ff.

Tabelle der verschiedenen hi

Kurze Bezeichnung d. Methode	Beschreibung der Mazerationsmethode	Nähere Bezeichnung der behandelten Knochen von Nr. 17	Knochen v. Nr. 18	Zeitdauer betr. Maration Tier Nr.
a.	Bei dieser Methode wurden die Knochen in kaltes Leitungswasser gebracht und am anderen Tage mit frischem Wasser übergossen, mit dem sie zur Mazeration stehen blieben. Danach wurden die Fleischteile mit warmem Wasser abgebürstet, die Knochen getrocknet, 8 Tage zur Entfettung in kaltes Benzin gelegt und dann wieder getrocknet und bis zur Untersuchung aufbewahrt.	Rechtes Armbein, erster Halswirbel, erster Rückenwirbel, dritter Rückenwirbel, erste rechte Rippe, dritte rechte Rippe.	Dieselben Knochen wie bei Nr. 17.	82 Tag
b.	Die Knochen wurden in kaltes Wasser gelegt; das Wasser an den vier folgenden Tagen täglich erneuert und am fünften Tage mittags zur Mazeration erwärmt durch eine Gasflamme. Die Röhrenknochen waren vorher an den Gelenkköpfen angebohrt. Nach der Mazeration wurden die Knochen von den anhaftenden Fleischresten möglichst befreit und an der Sonne öfter mit Wasser übergossen und dann getrocknet bis zur Verarbeitung zu den Analysen.	Rechter Vorarm, fünfter Rückenwirbel, siebenter Rückenwirbel, fünfte rechte Rippe, siebente rechte Rippe, zweiter Halswirbel.	Dieselben Knochen wie bei Nr. 17.	6 Tag
c.	Die Knochen wurden in kaltes Wasser gelegt und bald, ohne vorherige Wässerung, üb. einer Flamme zur Warmwassermazeration angesetzt, nach deren Beendigung im Zimmer getrocknet und dann eine Entfettung im Benzinapparat vorgenommen, ca. 24 Stunden lang. Nach dem Verdunsten des Benzins an der Luft folgte ein Bleichen in einer ca. vierprozentigen Wasserstoffsuperoxydlösung, ungefähr 2 Tage lang, und dann wurden die Knochen wieder getrocknet.	Rechter Vordermittelfuß, neunter Rückenwirbel, elfter Rückenwirbel, neunte rechte Rippe, elfte rechte Rippe, dritter Halswirbel.	Dieselben Knochen wie bei Nr. 17.	6 Tag

ngewandten Mazerationsmethoden.

Dauer der r. Mazeation bei r Nr. 18	Temperaturangaben bei Tier Nr. 17	Temperaturangaben bei Tier Nr. 18	Besondere Bemerkungen
Tage.	Die Flüssigkeitstemperaturen wurden dreimal täglich gemessen, und zwar morgens 7 h, mittags 12 h, abends 6 h. Es war nun die mittlere Temperatur in den 82 Tagen morgens: 14,6° C, mittags: 18,3° C, abends: 20,3° C.	Die Flüssigkeitstemperaturen wurden dreimal täglich gemessen, und zwar morgens 7 h, mittags 12 h, abends 6 h. Es war nun die mittlere Temperatur in den 78 Tagen morgens: 14,5° C, mittags: 17,9° C, abends: 20,4° C.	Die Knochen fühlten sich nach der Behandlung noch fettig an. Die Farbe war gelblich.
Tage.	Die Temperaturmessungen ergaben wie bei a im Mittel morgens: 40,8° C, mittags: 41,8° C, abends: 41,6° C,	Temperaturmessen wie bei a ausgeführt, ergaben morgens: 39,4° C, mittags: 40,9° C, abends: 41,0° C. Die Temperatur war einmal am siebenten Tage bis auf 48° C gestiegen.	Die Röhrenknochen waren in der Mitte ziemlich weiß, während die Gelenke einen gelblichenTon behielten. Die Knochen waren nicht mehr so fettig wie bei a.
Tage.	Temperaturmessungen wie vorher ausgeführt: morgens: 38,1° C, mittags: 41,2° C, abends: 39,8° C.	Temperaturmessungen wie vorher ausgeführt: morgens: 37,7° C, mittags: 39,6° C, abends: 42,0° C.	Die Knochen waren schön weiß und nicht mehr fettig anzufühlen nach d. Mazeration.

Kurze Bezeichnung d. Methode	Beschreibung der Mazerationsmethode	Nähere Bezeichnung der behandelten Knochen von Nr. 17	Knochen v. Nr. 18	Zeitdauer betr. Mazeration b Tier Nr.
d.	Die Knochen wurden in kaltes Wasser gelegt und dieses an den vier folgenden Tagen täglich erneuert. Am fünften Tage begann die eigentliche Kaltwassermazeration. Nach Beendigung der Mazeration wurden die Knochen für 5 Minuten in kochendes Sodawasser von 2½ prozentiger Konzentration gebracht und dann sofort in kaltem Wasser gewässert und schließlich getrocknet.	Rechter Hintermittelfuß, dreizehnter Rückenwirbel, fünfzehnter Rückenwirbel, dreizehnte rechte Rippe, fünfzehnte rechte Rippe, fünfter Halswirbel, rechte Beckenseite.	Dieselben Knochen wie bei Nr. 17.	79 Tag
e.	Die Knochen wurden in kaltes Wasser gelegt, an den sechs folgenden Tagen unter täglicher Erneuerung des Wassers gewässert und dann in Wasser getan, dem etwas grüne Seife zugesetzt war, ca. 2 %; nun wurde auf 80—90° C erhitzt. Nach dieser Behandlung fand ein Trocknen der Knochen an der Luft statt und darauf ein Entfetten im Benzinapparat. Nach dem Verdunsten des Benzins folgte ein Bleichen im Wasserstoffsuperoxyd und dann Trocknen.	Rechtes Schulterblatt, rechter Unterschenkel, sechster Halswirbel, zweiter Lendenwirbel, vierter Lendenwirbel, siebzehnter Rückenwirbel, siebzehnte rechte Rippe.	Dieselben Knochen wie bei Nr. 17.	ca. 45 Stunde
f.	Die Knochen wurden in kaltes Wasser gelegt und dieses vom fünften Tage an täglich erneuert bis zum siebenten Tage. Dann wurden die Knochen in Wasser, dem ein Stück einer Bauchspeicheldrüse zugesetzt war, gebracht und erhitzt. Nach dieser Mazeration wurden die Fleischreste durch Abbürsten entfernt und dann die Knochen getrocknet.	Rechter Oberschenkel, achtzehnter Rückenwirbel, achtzehnte rechte Rippe, erster Lendenwirbel, siebenter Halswirbel.	Dieselben Knochen wie bei Nr. 17.	ca. 5 Stunde

Dauer der Mazeration bei Tier Nr. 18	Temperaturangaben bei Tier Nr. 17	Temperaturangaben bei Tier Nr. 18	Besondere Bemerkungen
3 Tage.	Temperaturmessungen wie vorher ausgeführt: morgens: 15,7° C, mittags: 19,1° C, abends: 20,9° C.	Temperaturmessungen wie vorher ausgeführt: morgens: 16,0° C, mittags: 19,3° C, abends: 21,3° C.	Die Knochen waren fast weiß; sie fühlten sich nicht mehr fettig an nach dieser Behandlung.
ca. 45 Stunden	Die Knochen kamen in Wasser von gewöhnlicher Temperatur mittags 12 h, bis abends war die Temperatur auf 67° C gestiegen, am anderen Morgen war die Temperatur ..... 73° C, Mittag ..... 83° C, Abend ..... 87° C, am nächsten Morgen ..... 85° C. Dann war die Mazeration beendet.	Die Knochen kamen in Wasser von gewöhnlicher Temperatur, mittags bis abends stieg dieselbe auf 71° C, am nächsten Morgen war die Temperatur 65° C, Mittag ..... 75° C, Abend ..... 77° C, am nächsten Morgen ..... 91° C. Dann war die Mazeration beendet.	Die Knochen waren sehr schön weiß und fettfrei nach dieser Behandlung.
ca. 45 Stunden	Die Knochen kamen in kaltes Wasser mit Pankreas, mittags. Abends war die Temperatur .. 63° C, nächsten Morgen . 85° C, Mittag ..... 86° C, Abend ..... 90° C, nächsten Morgen . 78° C, Mittag ..... 85° C. Damit beendet.	Die Knochen kamen ebenfalls in kaltes Wasser mit Pankreas, mittags. Abends war die Temperatur 72° C, nächsten Morgen . 88° C, Mittag ..... 88° C, Abend ..... 88° C, nächsten Morgen . 88° C. Damit beendet.	Die Knochen waren noch fettig nach dieser Behandlung.

ja es tritt Stillstand im Fortgang der Mazeration ein. Es ist dann sehr schwer diese richtig wieder in Gang zu bringen. Dieser Stillstand ist nun scheinbar bei Nr. 18 eingetreten, einmal bei der Erhöhung der Temperatur auf 48° und das andere Mal bei dem Sinken derselben auf 25° C. Weiter sagt Pfitzner noch an derselben Stelle, daß ein Wechseln der Flüssigkeit beim normalen Verlauf der Mazeration vollständig überflüssig, ja außerdem schädlich ist, wenn auch das Wasser vorher auf 38—40° C erwärmt sei. Das hängt doch sicher auch wieder mit den Mikroorganismen zusammen, die beim Weggießen der Mazerierflüssigkeit mit verloren gehen und in dem neuen Wasser sich erst wieder so kräftig entwickeln müssen, was natürlich für den Fortgang der Mazeration eine Unterbrechung bedeutet. Im allgemeinen soll die Mazeration nach Pfitzner bei dieser Temperatur am 5. bis 6. Tage vollendet sein. Bei mir war dies bei Nr. 17 auch am 6. Tage der Fall. Die mittleren Temperaturen der beiden Mazerationen schwankten von morgens bis abends von 40,8—41,6° C bei Nr. 17b; bei Nr. 18b waren dieselben 39,4—41,0° C, also im Durchschnitt schon etwas niedriger, was durch die einmalige starke Erniedrigung der Temperatur auf 25° C, zu erklären ist.

Die zweite Warmwassermazeration c Nr. 17 und 18 hat die Behauptung Pfitzners vollauf bestätigt, denn bei Nr. 17 waren die Knochen ebenfalls am 6. Tage wieder soweit mazeriert, daß sich die noch anhaftenden Fleischteile mit einer weichen Bürste ohne Schwierigkeit entfernen ließen, während bei c Nr. 18 der Zeitpunkt schon bereits nach 4 Tagen eingetreten war. Die Temperaturmittel waren im wesentlichen die gleichen wie bei der Mazeration b. Sie schwankten von 38,1 —41,2° bei c Nr. 17 und zwischen 37,7—42,0° bei c Nr. 18. Diese mittleren Temperaturen entsprechen auch den Angaben des betreffenden Instituts, dem ich diese Mazerationsmethode verdanke. Es wurde hier ca. 33° R, also 40—41° C als die beste Temperatur angesehen, was auch mit Pfitzner übereinstimmt. Daher möchte ich, wenn eine Warmwassermazeration ausgeführt werden soll, entschieden befürworten, die Temperatur nicht zu viel über 40° C und nicht zu stark unter 40° C zu wählen; nur dann ist die beste und auch

schnellste Mazeration gewährleistet. Das Einhalten der Temperatur ist, wenn keine unvorhergesehenen Fälle eintreten, gar nicht schwierig, denn während der ganzen Dauer der beiden Mazerationen b und c, mit Ausnahme von Nr. 18b, lag die größte Abweichung nach unten, die immer über Nacht eintrat, auch noch verstärkt durch das Sinken der Außentemperatur, zwischen 6 8° C, was aber keinen Einfluß auf den Fortgang der Mazeration hatte.

Die beiden Kaltwassermazerationen weichen in bezug auf die Dauer nicht voneinander ab, und die Temperaturen sind auch die gleichen. Hier haben die Fäulnisbakterien bei der niedrigeren Temperatur eine erheblich längere Zeit zur Einwirkung gebraucht als bei b und c, wo die Temperatur ca. 20° C höher war. Es sind also bei der niedrigeren Temperatur andere Arten der kleinen Lebewesen, die wohl auch gründlich aber viel langsamer arbeiten. Die beiden letzteren Mazerationsmethoden e und f beruhen aber wohl nicht hauptsächlich auf der Bakterientätigkeit, sondern hier ist nach meiner Ansicht durch die hohen Wärmegrade, annähernd 90° C, die Schnelligkeit des Erfolges bedingt. Durch den Zusatz der grünen Seife tritt bei der Mazeration e eine Verseifung des im und am Knochen, ebenso im noch anhaftenden Muskelfleische befindlichen Fettes ein, und weiter wird durch die hohe Temperatur das Fleisch weich und vom Knochen abgelöst. Das Fleischeiweiß wird aber auch noch auf eine besondere Weise aufgelöst. Die grüne Seife ist ein fettsaures Salz des Kaliums, das sich mit viel Wasser spaltet in freie Fettsäure und Kalilauge; letztere bewirkt nicht nur Verseifung des Fettes sondern auch die Auflösung des Fleischeiweißes. Die Verseifung und Auflösung des Fleischeiweißes wird hier auch noch durch die hohe Temperatur begünstigt. Bei der Mazeration f, bei der Pankreas mit verwandt wurde, wird wohl sobald die geeignete Temperatur erreicht ist, das Eiweiß und Fett des Fleisches, ebenso das Fett des Knochens durch die Pankreas aufgelöst.

Was nicht von dieser erreicht wird, das vollendet das heiße, fast kochende Wasser, woraus wohl auch die Schnelligkeit des Verfahrens, hier 45—50 Stunden, zu erklären ist.

Aus der Tabelle (S. 26/29) ist ferner zu ersehen, daß von den 3 Hauptgruppen, in die man die Knochen des Körpers einteilt, bei den verschiedenen Mazerationsmethoden jede Gruppe zur Verwendung kam. Ich habe hierfür die Knochen eingeteilt in Röhrenknochen, wozu die Gliedmaßen gehören, in kurze Knochen, das sind die Wirbel, und in platte Knochen, zu denen außer den Kopfknochen auch die Rippen, das Schulterblatt und das Becken gehören.

Über die zweite Rubrik in der Tabelle, Beschreibung der Mazerationsmethoden, ist wohl keine weitere Erklärung nötig, ebenso soll über die Spalte „besondere Bemerkung" erst bei der Besprechung der Analysenergebnisse noch näher berichtet werden.

Eine Hauptarbeit bei der Mazeration ist auch das Entfetten der Knochen, nachdem diese nach einer der bisher beschriebenen Methoden völlig von den Weichteilen gesäubert sind. Es fand eine besondere Entfettung mit Benzin nicht bei allen Behandlungen statt, sondern nur bei a, c und e. Bei a wurden die betreffenden Knochen in ein großes Glasgefäß gelegt und mit Benzin übergossen, so daß alle Knochenteile bedeckt waren, und 8 Tage der Einwirkung überlassen. Bei c und e wurde zu dieser Arbeit ein besonderer Benzinentfettungsapparat benutzt. Ein solcher Apparat befindet sich im anatomischen Institut der hiesigen Universität. Der Direktor der Anatomie, Herr Geheimrat Professor Dr. Roux stellte denselben auf meine Bitte in freundlicher Weise zur Verfügung. Ich möchte nicht versäumen dafür meinen besten Dank an dieser Stelle auszusprechen, gleichzeitig auch meinen Dank für die gütige Erlaubnis, die Bibliothek im anatomischen Institut zu benutzen.

Die Anlage des Entfettungsapparates ist kurz folgende: Ein oben offenes Gefäß wird mit Benzin beschickt. Zum oberen Abschluß dient eine siebartig durchlöcherte Platte, auf die die zu entfettenden Knochen gelegt werden. Es schließt sich nun ein zylinderförmiges Gefäß, der sog. Knochenbehälter, an. Der Verschluß dieses Behälters erfolgt durch einen mit kaltem Wasser gefüllten und mit Zu- und Abfluß versehenen Deckel. Der Deckel schließt dadurch luftdicht ab, daß er in eine rund

um den Knochenbehälter laufende und mit Wasser gefüllte Rinne eintaucht, und verhindert ein Entweichen der Benzindämpfe nach außen, was zur Vermeidung der Explosions- und Feuersgefahr sehr wichtig ist. Auf die Ausdehnung der Gase beim Erwärmen des Apparates ist auch durch ein nach außen führendes und dann durch eine Kühlschlange gehendes Rohr Rücksicht genommen. Die Erwärmung und Vergasung des Benzins erfolgt in einem Wasserbade. Die Benzindämpfe gelangen durch den Siebboden nach oben, kondensieren sich an dem mit kaltem Wasser gefüllten Deckel und fallen in Tropfen zurück auf die Knochen, aus diesen das Fett extrahierend. Ein ganz explosionssicherer Apparat ist, wie schon früher angedeutet, in der Anatomischen Anstalt zu Berlin aufgestellt. Im Gegensatz zu dem eben kurz beschriebenen sei nur hervorgehoben, daß die Heizungsanlage und der Entfettungsapparat in Berlin sich in zwei verschiedenen durch eine Mauer getrennten Räumen befinden. Ein mit Wasser gefüllter Kessel ist mit einem Rohr mit dem Benzinapparat verbunden und die Erwärmung des Benzins geschieht durch eine Dampfschlange, während bei dem von mir benutzten Apparate die Feuerung direkt unter dem Wasserbade mit dem Benzinbehälter sich befand.

Nachdem die betreffenden Knochen auf eben beschriebene Weise behandelt und mazeriert waren, wurde die Probenahme und Zerkleinerung für die weitere Untersuchung in derselben Weise ausgeführt, wie ich sie bei den präparierten Knochen beschrieben habe.

2. Die Untersuchung der Substanz.

Die in der oben erwähnten Mühle zerkleinerte Knochensubstanz wurde, bevor die einzelnen Mengen zu den betreffenden Bestimmungen abgewogen wurden, nach der Beseitigung etwaiger Eisenteile durch den Magneten, noch durch ein 2 mm-Sieb gegeben, um Sehnen und Blutgefäßreste, die durch das Mahlen nur in Stücke oder Fasern zerrissen wurden, möglichst von der wirklichen Knochensubstanz zu trennen. Es blieben denn auch immer auf dem Sieb faserige Reste zurück. Das Sieben war nur bei den nicht allzu fett-

reichen präparierten Knochenteilen möglich, wie den Diaphysen der Röhrenknochen. Ebenso ließen sich die gemahlenen Epiphysenteile der Vorder- und Hintermittelfußknochen noch durch das 2 mm-Sieb bringen, da sie nicht zu viel Fett enthielten. Ein Sieben der Rückenwirbel, Körper und Dornfortsätze, sowie der Rippensubstanz, soweit es nicht durch die Fettmenge unmöglich gemacht war, fand auch statt. Das eben Gesagte gilt nur von der Substanz der präparierten Knochen, während das Sieben der mazerierten fast ohne Ausnahme ausgeführt werden konnte, bis auf die Epiphysensubstanzen der nach Methode a mazerierten Knochen, die noch sehr fettreich waren. Um nun für jeden Knochen im Moment der Zerkleinerung gleichmäßiges und lufttrockenes Material zu erhalten, wurden die für die betreffenden Bestimmungen notwendigen Mengen sofort nach dem Mahlen und dem darauf folgenden Sieben hintereinander abgewogen; denn durch die Zerkleinerung war ein noch weiterer Verlust an Wasser und besonders an Fett zu erwarten. Die auf obige Weise hergestellte Substanz war bei den Diaphysen der einzelnen Knochen ein gelblich weißes Pulver, während die Farbe der Epiphysen, sowie der Wirbel- und Rippensubstanz eine mehr dunklere bis braune Farbe zeigte, die wohl durch den höheren Fettgehalt oder auch durch die in der spongiösen Substanz noch enthaltenen Blutgefäße bedingt war. Die nun weiter folgenden, chemischen Bestimmungen wurden sämtlich doppelt ausgeführt. Die Parallelversuche ergaben überall übereinstimmende Resultate.

Auf den am Schluß befindlichen Tabellen sind die berechneten Prozentzahlen der festgestellten chemischen Bestandteile verzeichnet; die Kopfbezeichnungen werden wohl ohne weiteres verständlich.

a) Die chemischen Bestandteile der Substanz.

I. Die präparierten Knochen.

Die Zusammensetzung der Diaphysen.

Auf Tabelle I A sind die bereits auf Seite 12 erwähnten Gewichte der frischen präparierten Knochen zusammengestellt. Die Spalte 2 zeigt die Gewichte im frischen Zustande und

Spalte 3 gibt die Verluste an, die die Knochen erfuhren, während sie bis zur Gewichtskonstanz lagerten. Spalte 4 führt den Verlust in Grammen an und in der nächsten Spalte 5 werden diese Zahlen in Prozenten des Gewichts des frischen Knochens ausgedrückt. Nun ist aber der bei dem Lagern eingetretene Verlust nicht allein Wasser, sondern bei den röhrenführenden Knochen lief auch etwas Fett heraus, das auf der Unterlage zu bemerken war, doch glaube ich, daß dies hauptsächlich dem Mark entstammte, das nicht mit zur Untersuchung herangezogen wurde. Dagegen sah man bei den Rippen und Rückenwirbeln kaum eine größere Fettmenge auf dem untergelegten Filtrierpapier, so daß die hier eingetretenen Verluste wohl im wesentlichen nur als Wasser anzusehen sind. Die auf Tabelle I A in Spalte 5 angegebenen Zahlen können nun aber nicht auf absolute Genauigkeit Anspruch machen, und ich will deshalb auch nicht zu sichere Schlüsse auf den Gesamtgehalt der frischen Knochen ziehen. Auf eines sei mir aber gestattet hinzuweisen, nämlich daß der Verlust bei den fetthaltigen Röhrenknochen geringer war als bei den Rückenwirbeln und Rippen. Der Fettgehalt der Knochen ist aus Spalte 10 und 11 derselben Tabelle zu ersehen, und zwar sind für die Röhrenknochen die Fettmengen der Diaphyse, des proximalen und distalen Gelenkkopfes, bei den Rückenwirbeln die für den Körper und Dornfortsatz unterschieden. Die Zahlen für die Rippen geben uns die wirkliche Fettmenge für die verwandte Substanz. Die Verlustprozente enthalten bei den Röhrenknochen hauptsächlich das verloren gegangene Wasser, während das Fett etwa höchstens 2 % der Menge ausmacht. Es ließe sich also aus dieser Tabelle der Schluß ziehen, daß die fettreichen Röhrenknochen erheblich weniger Wasser enthielten als die Rippen und Rückenwirbel. Bei den beiden letzteren ist außerdem noch zu bemerken, daß der Wassergehalt[1]) im allgemeinen von vorn nach hinten abnimmt, während der Fettgehalt zunimmt. So schwankt der Verlust bei den Röhrenknochen des Tieres Nr. 17 von 4,59—5,63 % und bei

[1]) Hier darf der Verlust wohl als Wasser bezeichnet werden, da die mit als Verlust zu berechnende Menge des Fettes ganz gering ist.

Tier Nr. 18 von 3,91 –5,79 %. Die Unterschiede sind also nicht erheblich und sind jedenfalls in den verschiedenen Fettverlusten zu suchen. Was nun die Verlustzahlen, wofür man hier wohl auch die Bezeichnung „Wasserverlust" gelten lassen kann, bei den Rückenwirbeln und Rippen betrifft, so ist derselbe hier bedeutend größer und schwankt zwischen 20,99 –10,41 % resp. zwischen 24,91—11,01 % bei den Rückenwirbeln des Tieres Nr. 17 resp. Nr. 18. In diesen ungefähren Grenzen bewegen sich auch die Verlustprozente der Rippen beider Seiten und beider Tiere, so daß also erhebliche Unterschiede in dem Wassergehalt der Rippen und Rückenwirbel unter sich zu konstatieren sind.

Fr. Holdefleiß[1]) fand bei dem von ihm analysierten Pferdeskelett auch einen erheblich größeren Wassergehalt bei den Rippen und Rückenwirbeln als bei den Röhrenknochen.

In den Tabellen I—XII sind nun die Zahlen der genauen chemischen Analysen verzeichnet. Auf Tabelle I finden wir die chemischen Bestandteile der Diaphysen von den präparierten Röhrenknochen der beiden Tiere. Um zu erfahren, ob durch das Lagern ein ziemlich gleichmäßiges und trockenes Material erhalten war, wurde zunächst die absolute Trockensubstanz bestimmt. Dazu wurde von der nach obiger Weise hergestellten feinen Knochensubstanz 1 g im gewogenen Filtergläschen im Wassertrockenschrank bei ca. 97° C bis zum konstanten Gewicht getrocknet.

Der prozentische Gehalt an Trockensubstanz schwankt bei Nr. 17 in den verschiedenen Vorder- und Hinterextremitäten zwischen 92,68 % bis 93,61 % und ist im Mittel 93,08 %; bei dem Tier Nr. 18 von 92,59 % bis 93,47 %, im Mittel 93,07 %. Bei beiden Tieren bewegt sich also der Trockensubstanzgehalt in fast denselben Grenzen und ist im Durchschnitt gleich. Dementsprechend ist auch der prozentische Gehalt an Wasser bei beiden Tieren gleich. Er beträgt bei dem Tier Nr. 17 im Durchschnitt 6,92 % und bei Nr. 18 6,93 %. Es zeigt sich also,

[1]) Fr. Holdefleiß, Das Knochenmehl in seiner Beurteilung und Verwendung, Berlin 1890.

daß durch verschieden langes Lagern ein genügend gleiches und lufttrockenes Material gewonnen wurde.

Zur Fettbestimmung wurden meistens 2 g Substanz abgewogen, nur in Ausnahmefällen 1 g. In einer Fettextraktionshülse wurde diese Substanz im Extraktionsapparat nach Soxhlet 2 Tage lang der Einwirkung des Äthers überlassen. Im übrigen führte ich die Bestimmung genau nach der Vorschrift durch, wie sie sich in J. König, Untersuchung landwirtschaftlicher und gewerblicher wichtiger Stoffe, Berlin 1906, beschrieben findet. Die Resultate, die in der Tabelle I verzeichnet sind, weichen nun bei den verschiedenen Knochen und Tieren sehr weit voneinander ab. Was den Vergleich der einzelnen Diaphysen unter sich betrifft, so ist wohl zu bemerken, daß der Metatarsus bei beiden Tieren den geringsten Fettgehalt aufweist, nämlich 2,10 % resp. 1,95 %, den größten der Oberarm. Bei Tier Nr. 17 enthält der Oberarm 12,94 %, bei Nr. 18 9,77 % Fett. Die Zahlen für die übrigen Knochen liegen zwischen den angegebenen, jedoch immer steigend vom Vordermittelfuß nach Oberarm und auch vom Hintermittelfuß wieder nach dem Oberschenkel, so daß also die Vorder- bzw. Hintermittelfüße bei beiden Tieren den niedrigsten Fettgehalt haben und die Oberarme resp. Oberschenkelknochen den höchsten. Im Durchschnitt sind den Einzelzahlen nach die Knochen von Esel Nr. 17 fettreicher als die von Nr. 18. Der Durchschnitt von Nr. 17 ist 6,25 %, derjenige von Nr. 18 4,59 %, also nur 73,4 % vom ersteren. Der absolute Unterschied ist 1,66 %. Dies stimmt auch mit den beim Schlachten an dem Tier gemachten Beobachtungen überein, nämlich daß Nr. 17 im Fleisch fetter war als Nr. 18.

Entsprechend den schwankenden Fettprozenten differiert natürlich auch die fettfreie Trockensubstanz. Sie ist am niedrigsten bei den Oberarmen der beiden Tiere, 80,12 % bzw. 83,29 % und am größten bei den Hintermittelfüßen 90,58 % bzw. 91,11 %. Der Durchschnitt aller Diaphysen ist aber ziemlich gleich. Er ist vom Tier Nr. 18 nur etwa 1 % höher.

Weiter wurde der Aschegehalt bestimmt, indem je 1 g Knochenpulver bis zur Gewichtskonstanz geglüht wurde. Um ein ver-

gleichbares Aschematerial zu erhalten, wurde darauf geachtet, daß die Verbrennung der Substanz bei allen Knochen in einer gleichen Zeit und auch mit derselben Stärke der Flammen vorgenommen wurde. Das erste Glühen bis zum vollständigen Weißwerden der Asche der Diaphysen dauerte immer 4 bis 5 Stunden. Nachdem dann die erste Wägung ausgeführt war, wurde die Substanz ein zweites Mal ca. $^1/_2$ Stunde über gleich starken Flammen geglüht. Dann gab meist ein nochmaliges Wiegen keine wesentliche Differenz mehr, sodaß das Gewicht als konstant gelten konnte. Fr. Holdefleiß[1]) gibt an, daß der Aschegehalt als Glührückstand bestimmt, nicht richtig ist. Aus verschiedenen Gründen ist nach Holdefleiß die Kohlensäure in der Asche zu bestimmen und dieser Betrag von der im Knochen wirklich vorhandenen Kohlensäure abzuziehen und diese Differenz dem Glührückstand zuzuzählen. Solche Kohlensäurebestimmungen wurden nun auch von mir an einigen Knochenteilen ausgeführt. Der Gehalt betrug bei allen Bestimmungen etwa 1 % gegen ca. 4 % vor dem Glühen. Der größte Teil der Kohlensäure war also aus der Asche verschwunden.

Meine Untersuchungen ergaben einen Aschegehalt im Durchschnitt bei den Diaphysenteilen des Tieres Nr. 17 von 60,68 % und bei Nr. 18 61,87 %, also bei beiden fast das gleiche. Unter sich schwankt der Aschengehalt der Diaphysen bei allen Knochen, mit Ausnahme des Oberarms beider Tiere, nicht erheblich und zwar zwischen 60 % und 63 %. Nur bei dem Oberarm ist er in allen Fällen unter 60 %, bei Nr. 17 56,41 %, bei Nr. 18 58,49 %. Hier wird der niedrigere Aschengehalt durch die höhere Fettmenge bedingt. Schalten wir nun die Fettmenge sowie auch den Wassergehalt aus und berechnen die Asche in Prozenten der fettfreien Trockensubstanz, dann tritt wieder fast Übereinstimmung ein. Betrachten wir weiter den Glühverlust, so ist er, entsprechend der Asche, wieder mit Ausnahme des Oberarms nicht bedeutend verschieden. Der Durchschnitt ist bei Tier Nr. 17 32,40 %, bei Nr. 18 31,20 %. Es ist

---

[1]) Fr. Holdefleiß, Das Knochenmehl, seine Beurteilung und seine Verwendung, Berlin 1890.

also der Glühverlust bei Nr. 17 immer etwas höher wie bei Nr. 18, da ja auch der Aschegehalt bzw. Glührückstand bei Nr. 17 etwas niedriger als bei Nr. 18 ausfällt. Was die chemischen Bestandteile der Asche betrifft, so habe ich mich bei diesen Bestimmungen auf die Phosphorsäure als P_2O_5 und den Kalk als CaO beschränkt, da die Hauptmasse der Knochen sich aus diesen Stoffen zusammensetzt. Die in Spalte 21 und 22 aufgeführten, mit „anderen Mineralstoffen" bezeichneten Mengen habe ich als Differenz bestimmt.

Die Ausführung der Bestimmungen war nun folgende: Die zur Aschebestimmung benutzte Substanz wurde in dem zum Glühen verwandten Tiegel mit konzentrierter Salzsäure aufgelöst und dann in 250 ccm Kölbchen mit destilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Die Lösung war stets klar und farblos. In dieser salzsauren Lösung wurde die Phosphorsäure, nach Zusatz von stark ammoniakalischem zitronensaurem Ammoniak, mit Magnesiummixtur ausgefällt. Die Kalkbestimmung wurde direkt in der salzsauren Lösung vorgenommen, indem diese essigsauer gemacht und in kochendem Zustande mit oxalsaurem Ammoniak versetzt wurde. Der Niederschlag wurde stark geglüht, mit titrierter Schwefelsäure gekocht und diese mit einer bekannten Natronlauge zurücktitriert. Die Eisenbestimmung wurde ignoriert, weil in den Knochendiaphysen qualitativ sich nur Spuren von Eisenmengen nachweisen ließen. Auch ergab das geglühte Kalkmaterial immer eine schneeweiße Masse, was bei Anwesenheit von Eisen nicht der Fall gewesen wäre.

Henseler[1]) fand bei seinen Eisenbestimmungen, die er auch an kompaktem Diaphysenmaterial von Metakarpen der Pferde ausführte, ebenfalls nicht wägbare Mengen von Eisen.

Der Phosphorsäuregehalt in Beziehung zur lufttrockenen Substanz weicht bei allen Knochen und bei beiden Tieren nicht unerheblich voneinander ab. Nur macht wieder der Oberarm eine Ausnahme, indem hier der Phosphorsäuregehalt etwas

[1]) H. Henseler, Untersuchungen über die Stammesgeschichte der Lauf- und Schrittpferde und deren Knochenfestigkeit. Arbeiten der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde. Hannover 1912. Heft 14, S. 88.

niedriger ist als bei allen anderen Knochen. Er beträgt bei Nr. 17 22,54 % und bei Nr. 18 22,80 %. Dieses Herunterdrücken wird ebenfalls durch den schon erwähnten hohen Fettgehalt der Diaphysen dieser Knochen bedingt. Der Gehalt der anderen Diaphysen an Phosphorsäure schwankt zwischen 24,11 % und 24,63 % bei Nr. 17 und bei Nr. 18 zwischen 24,37 % und 25,20 %. Der Durchschnitt von Nr. 18 ist nun entsprechend den einzelnen Zahlen etwas höher als bei Nr. 17. Er ist bei Nr. 17 = 24,07 % und bei Nr. 18 = 24,57 %; die Differenz ist also sehr gering. Schalten wir hier auch wieder die Fettprozente aus, so ist bei allen eine gute Übereinstimmung zu konstatieren. Das Mittel ist dann kaum noch verschieden, nämlich 27,73 % und 27,63 %. Bei Berechnung der Phosphorsäure in Prozenten der Asche ist das Mittel aller Zahlen gleich und es zeigen bei Nr. 17 die einzelnen Zahlen eine Verschiedenheit, die zwischen 38,98 % und 40,58 % und bei Nr. 18 zwischen 38,98 % und 39,89 % liegt. Die Unterschiede sind wohl auch hierbei gering zu nennen.

Was nun den Kalk, als CaO berechnet, betrifft, so stimmen auch die Mittel überein, wobei aber die Knochen von Nr. 17 etwas kalkärmer als die des anderen Tieres sind. Der Aschengehalt ist bei Nr. 17 auch etwas niedriger als bei Nr. 18. Im großen und ganzen läßt sich wohl sagen, daß der Kalk- sowie auch der Phosphorsäuregehalt aller Röhrendiaphysen der Vorder- und Hinterextremitäten gut übereinstimmen, sowohl bezogen auf lufttrockene Substanz als auch auf fettfreie Trockensubstanz und Asche. Nach diesen letzten Erörterungen glaube ich nun meine Resultate mit den von Henseler[1]) gemachten Knochenuntersuchungen, obwohl es sich da um die Diaphysensubstanz der Metakarpen von Lauf- und Schrittpferden handelt, vergleichen zu können. Diese Resultate weichen im Mittel nicht von den von mir gefundenen Zahlen des Phosphorsäure- und Kalkgehaltes ab, so daß sich meine Ergebnisse, nach denen die Diaphysen sämtlicher Röhrenknochen[2]) in der Zusammen-

[1]) H. Henseler, Über das spezifische Gewicht und die chemische Zusammensetzung der Knochensubstanz usw., Halle 1910.

[2]) Unter Röhrenknochen verstehe ich die röhrenführenden Knochen. Der Vordermittelfuß heißt auch Röhrbein.

setzung übereinstimmten, vielleicht auch auf die des Pferdes ausdehnen lassen.

Asche minus (Phosphorsäure + Kalk) gibt uns die in Spalte 21 und 22 berechneten anderen Mineralstoffe. Hierüber ist vielleicht nur zu sagen, daß der Esel Nr. 17 etwas mehr an diesen Stoffen enthält als Nr. 18. Das erste Tier hat, bezogen auf die lufttrockne Substanz, im Mittel 4,84 %, Nr. 18 nur 4,29 %. Dieser Unterschied gibt sich nun in Prozenten der Asche noch deutlicher zu erkennen, indem er sich genau um 1 % unterscheidet, 7,94 % bzw. 6,94 %. Diese Differenz läßt sich vielleicht noch durch den bei Nr. 17 höheren Glühverlust, auch organische Substanz genannt, erklären. Die organische Substanz besteht in der Hauptsache neben Fett aus den leimgebenden Stoffen, die in ihrem Eiweißmolekül auch Schwefel enthalten, der beim Veraschen zu Schwefelsäure verbrennt. Ebenso sollen auch Alkalien in organischer Bindung vorhanden sein, die die Differenz mit erhöhen. Auch kommt natürlich hier noch die Magnesia, die ja als Magnesiumphosphat, allerdings nur in geringen Mengen im Knochen enthalten ist, in Betracht.

Es finden sich nun noch auf der Tabelle I 2 Substanzen, die noch einer Betrachtung bedürfen, nämlich die Kohlensäure und der Stickstoff.

Was nun die Kohlensäurebestimmung anbetrifft, so wurde sie nach der üblichen Methode im Kaliapparat durch Gewichtsdifferenz ausgeführt. Die Ergebnisse zeigen eine ziemliche Übereinstimmung bei den verschiedenen Knochen, sowohl bei Nr. 17 als auch bei Nr. 18. Die beiden niedrigsten Zahlen, bezogen auf lufttrockene Substanz, haben wieder die Oberarme, die besonders reich an Fett waren. Bei Oberarm Nr. 17 ist der Kohlensäuregehalt 3,87 %, bei Nr. 18 ist er 4,10 %. Der Gehalt der anderen Knochen schwankt in nicht allzu großen Grenzen, bei Nr. 17 zwischen 4,05 % und 4,58 %, bei Nr. 18 zwischen 4,22 % und 4,55 %. Ein besonderer Unterschied ist auch hier, wie bei den bis jetzt besprochenen Untersuchungen, nicht festzustellen. Im Mittel zeigt sich der Kohlensäuregehalt des Tieres Nr. 18 etwas höher als bei Nr. 17. Er ist 4,25 % bei Nr. 17 und 4,34% bei Nr. 18; in Prozenten der lufttrockenen

Substanz und auf Asche bezogen ist der Unterschied im Mittel fast verschwindend, nämlich 6,99 % bei Nr. 17 und 7,02 % bei Nr. 18.

Ferner wurde der Gehalt an Stickstoff bestimmt. Dies geschah in der Weise, daß 2 g Substanz nach der Kjeldahlschen Methode[1]) untersucht wurden. Es findet sich auch hier bei den einzelnen Knochen kein wesentlicher Unterschied. Er beträgt bei dem Esel Nr. 17 = 3,405 % bis 4,05 % und bei Nr. 18 — 3,46 bis 3,87 %; im Mittel ist für beide Tiere und für alle Diaphysen der Gehalt an Stickstoff gleich, nämlich 3,78 % bei Nr. 17 und 3,70 % bei Nr. 18.

Wird der Stickstoff auf fettfreie Trockensubstanz bezogen, so läßt sich erkenen, daß die Diaphysen der Oberschenkel von beiden Tieren den geringsten Gehalt daran aufweisen, was auch wieder beim berechneten Leimgehalt hervortritt. Die übrigen Zahlen sind alle einander ziemlich gleich; nur zeigt sich auch hier wieder ein etwas niedrigerer Gehalt bei Nr. 18. Bei letzterem schwanken die Zahlen zwischen 3,87 % bis 4,31 %, bei Nr. 17 von 3,98 % bis 4,59 %. Auch gibt das Mittel einen niederen Gehalt bei Nr. 18, nämlich 4,18 %. Bei Nr. 17 ist der Durchschnitt 4,35 %.

Nach Angabe von Hollemann[2]) ist im Leim der Knochen der Stickstoffgehalt etwa 17,9 %. Da nun dieses Kollagen fast die einzige Substanz des Knochens ist, die Stickstoff enthält, so benutzte ich für die Berechnung des sogenannten Gesamtproteins den Faktor $\frac{100}{17{,}9} = 5{,}587$. Entsprechend dem Stickstoffgehalt ist nun auch hierbei keine bedeutende Unterscheidung im Proteingehalt bei den einzelnen Knochen zu bemerken. Den niedrigsten Gehalt hat der Oberarm und Oberschenkel bei beiden Tieren.

Der Oberarm von Nr. 17 enthält 19,02 %,
„ „ „ „ 18 „ 19,50 %.

---

[1]) Vgl. J. König, Untersuchung der landw. und gewerbl. wichtigen Stoffe, Berlin 1906, S. 136.

[2]) Vgl. Hollemann, Lehrbuch der organ. Chemie, 6. Auflage, S. 227

Der Oberschenkel von Nr. 17 enthält 19,16 %,
„ „ „ „ 18 „ 19,33 %.

Das Protein oder Kollagen ist außer dem Fett fast die einzige organische Substanz, die sich im Knochen findet. Ich bestimmte sie auch aus der Differenz der fettfreien Trockensubstanz, der Asche und Kohlensäure. Dadurch wurden Zahlen gefunden, die im Gegensatz zu denen, durch Multiplikation des Stickstoffs mit dem Leimfaktor 5,587, etwas höher waren. Nun ist in der von mir bestimmten Asche noch etwas Kohlensäure, so daß die Leimzahlen um soviel noch zu niedrig sind, als die in der Asche vorhandene Kohlensäure angibt. Einzelne Kohlensäurebestimmungen in der Asche führte ich ebenfalls aus, wobei sich noch ein Gehalt von ca. 1 % ergab. Zähle ich nun diese 1 % Kohlensäure noch zu der Leimzahl hinzu, so steigt die Differenz noch mehr und ist dann im ganzen ungefähr 2 %. Es ist mir nicht möglich, eine Erklärung hierfür zu geben.

Zwischen den einzelnen Knochen ist aber auf Tabelle I keine erhebliche Differenz im Leimgehalt vorhanden. Er ist im Mittel bei beiden Tieren sogar fast gleich, nämlich 21,90 % bei Esel Nr. 17 und 22,27 % bei Esel Nr. 18.

Aus dem bestimmten Stickstoff und dem berechneten Leim stellte ich weiter auf Tabelle I den Stickstoffgehalt im Leim fest. Es ist aus den Zahlen zu ersehen, daß der Gehalt in den einzelnen Diaphysensubstanzen erheblich schwankte. Er bewegt sich bei Esel Nr. 17 zwischen 16,61 % und 17,98 %, bei Nr. 18 zwischen 15,94 % und 16,94 %.

Den geringsten Gehalt haben bei beiden Tieren die Oberschenkel; auch ist der Stickstoffgehalt bei dem Tier Nr. 18 immer etwas niedriger als bei Nr. 17. Die einzige Zahl die der von Hollemann angegebenen gleichkommt, ist die des linken Vordermittelfußes bei Nr. 17. Diese bedarf auch keiner Korrektur mit Kohlensäure, da ich hier durch Glühen mit dem Wasserstrahlgebläse die Kohlensäure ganz ausgetrieben habe. Berechne ich nun mit 17,98 den Stickstoffaktor, so entspricht auch dieser ungefähr der von Hollemann angegebenen Zahl. Die Kohlensäurebestimmung in der Asche habe ich nun in folgenden 3 Diaphysen ausgeführt:

l. Oberarm Nr. 17 enthält noch an Kohlensäure 1,25 %
l. Hintermittelfuß Nr. 17 „ „ „ „ 1,21 %
l. Unterschenkel Nr. 17 „ „ „ „ 1,32 %

Diese Zahlen zu dem betreffenden Leimgehalt hinzugezählt, ergeben für den

l. Oberarm Nr. 17 . . . . . 21,09 %,
l. Hintermittelfuß Nr. 17 . . . . . 24,03 %,
l. Unterschenkel Nr. 17 . . . . . 23,56 %.

Danach ist dann der Stickstoffgehalt im Leime:

für den linken Oberarm Nr. 17 = 16,14 %, also der N-Faktor = 6,19 %,
für den linken Hintermittelfuß Nr. 17 = 16,69 %, oder N-Faktor = 5,99 %,
für den linken Unterschenkel Nr. 17 = 16,54 %, N-Faktor = 6,04 %.

Berechne ich noch den N-Faktor auf Tabelle I aus den angegebenen Mittelzahlen des Leims unter Zufügung von 1,2 Kohlensäure, so erhalte ich für das Tier

Nr. 17 = 6,11 als Stickstoffaktor des Leims,
Nr. 18 = 6,39 „ „ „ „

Der Durchschnitt aus diesen beiden Zahlen ist 6,25, also genau dem Faktor gleich, der bei den Proteinstoffen zur Anwendung kommt. Demnach ist der nach Hollemann berechnete Stickstoffaktor vielleicht doch etwas zu niedrig, der Stickstoff im Leim aber zu hoch, ich glaube, daß letzterer doch 17 % kaum erreicht, wie die Stickstoffzahlen in Prozenten des Leims bei den Diaphysen des Esels Nr. 18 auch zeigen.

Die Zusammensetzung der Epiphysen im Vergleich zu den Diaphysen.

Auf Tabelle 2 und 3 sind die Untersuchungsergebnisse der Epiphysen bei den Röhrenknochen der beiden Tiere zusammengestellt. Die Analysen wurden alle in der Weise ausgeführt, wie sie schon bei Besprechung der Untersuchungen der Diaphysensubstanzen näher angegeben sind.

Was zunächst die Trockensubstanz und den Wassergehalt anbetrifft, so waren die Epiphysen des Esels Nr. 17 etwas mehr ausgetrocknet als die von Nr. 18. Unter sich differiert die Trockensubstanz und der Wassergehalt etwas mehr als bei dem Diaphysenmaterial. Während bei letzterem der Unterschied nicht einmal 1 % betrug, so ist er hier bis über 2 %. Im Mittel jedoch für die einzelnen Substanzen und Tiere nähert er sich der Übereinstimmung wieder ganz gut. So ist der Trockensubstanzgehalt bei dem Esel Nr. 17 für die proximalen Gelenkköpfe 94,03 %, der Wassergehalt entsprechend 5,97 %, für den distalen Gelenkkopf 93,18 %, der Wassergehalt 6,84 %; bei dem Esel Nr. 18 ist die Trockensubstanz für die obere Epiphyse 93,72 %, der Wassergehalt entsprechend 6,28 %; für die untere Epiphyse 92,84 %, der Wassergehalt 7,16 %. Vergleichen wir weiter noch die proximalen Gelenkköpfe beider Tiere, so ist die Differenz im Mittel noch geringer, nämlich 94,03 % bei Nr. 17 und 93,72 % Trockensubstanz bei Nr. 18. Dasselbe gilt auch für die distalen Gelenkköpfe, hier ist bei Nr. 17 die Trockensubstanz 93,16 % und bei Nr. 18 = 92,84 %, also auch etwas niedriger als bei den oberen Teilen. Ganz entsprechend verhält sich der Wassergehalt.

Ein ganz erheblicher Unterschied findet sich aber bei dem Fettgehalt der Gelenkköpfe gegenüber den entsprechenden Diaphysen. Auch schwankt der Gehalt der einzelnen proximalen und distalen Gelenkköpfe unter sich recht bedeutend. Er liegt bei den proximalen Epiphysen des Tieres Nr. 17 zwischen 19,66 % und 50,81 %, bei Nr. 18 zwischen 20,55 % und 44,99 %. Die distalen Epiphysen Nr. 17 differieren zwischen 20,78 % und 40,46 %, die von Nr. 18 zwischen 15,33 % und 32,71 %. Der Fettgehalt steigt, ebenso bei den Diaphysen, in den einzelnen Epiphysen von unten nach oben, sowohl bei den Vorder- als auch bei den Hinterfüßen. Eine Ausnahme macht der distale Gelenkkopf des Unterschenkels von Nr. 17 wie Nr. 18, der den niedrigsten Gehalt hat. Im Mittel zeigt sich auch hier, aber noch deutlicher hervortretend als bei den Diaphysen, daß auch die Gelenkköpfe des ersten Esels fettreicher als die des zweiten sind, und zwar ist der Unterschied 79,8 % bei den unteren

Epiphysen, während der Unterschied bei den oberen Epiphysen 91 % beträgt. Die fettfreie Trockensubstanz zeigt dieselben Unterschiede wie der Fettgehalt.

Was nun den Aschegehalt anbetrifft, so wird derselbe durch den hohen Fettgehalt ganz erheblich herabgedrückt. Er ist am niedrigsten da, wo das meiste Fett festgestellt wurde und umgekehrt. Es ist daher auch ein erheblicher Unterschied zwischen den einzelnen Epiphysen. Wird nun der Fettgehalt bei der Berechnung ausgeschaltet, so tritt im Aschegehalt eine größere Gleichmäßigkeit ein, die im Mittel der einzelnen Gelenkköpfe besonders hervortritt. Der Durchschnitt kommt dem mittleren Aschegehalt der Diaphysensubstanzen recht nahe. Der Glühverlust macht hier bei den Epiphysen ungefähr die Hälfte der Substanz, ca. 50 % aus.

Im Anschluß an den Aschegehalt ist noch eine kurze Besprechung des Phosphorsäure- und des Kalkgehaltes, sowie der anderen Mineralstoffe auf Tabelle II und III nötig. Die Phosphorsäure in Beziehung zur lufttrockenen Substanz zeigt innerhalb der einzelnen Epiphysenteile recht erhebliche Unterschiede, die aber bei der Berechnung auf fettfreie Trockensubstanz und Asche verschwinden. Dasselbe gilt für den Kalkgehalt. Im Durchschnitt aller proximalen Teile von Nr. 17 ist der Phosphorsäuregehalt auf Asche bezogen 39,42 % und der Gehalt der distalen Epiphysen 39,28 %, bei dem Esel Nr. 18 ist der Gehalt 38,59 % bzw. 38,73 %. Der mittlere Kalkgehalt ist bei dem proximalen Gelenkkopf des Esels Nr. 17 54,05 %, beim distalen Gelenkkopf 53,08 %, bei Nr. 18 ist er 53,38 bzw. 54,28 %. Es lassen sich also erhebliche Unterschiede im Kalk- und Phosphorsäuregehalt der Gelenkköpfe untereinander, als auch im Vergleich mit den dazu gehörigen Diaphysen nicht feststellen, ja die Schwankungen liegen bei den Epiphysen ungefähr in denselben Grenzen wie bei den Diaphysen; beim Phosphorsäuregehalt liegen die Zahlen zwischen 38—40 % und beim Kalkgehalt zwischen 51—55 %. Auch die als Differenz berechneten anderen Mineralstoffe weichen im Mittel nicht sehr voneinander und den Diaphysen ab. Der oft merkliche Unterschied ist meiner Meinung nach wohl hauptsächlich auf das Konto der

komplizierten stickstoffhaltigen organischen Substanz zu setzen. Der verschiedene Kohlensäuregehalt in der lufttrockenen Substanz gleicht sich ebenfalls in Prozenten der Asche in den einzelnen Knochen ungefähr aus. Im Vergleich zu den Diaphysen ist er wenig höher; das entspricht auch dem etwas höheren Kalkgehalt der Epiphysen. Im Mittel ist der Kohlensäuregehalt in der Asche bei den proximalen Gelenkköpfen Nr. 17 7,27 %, bei den distalen Gelenkköpfen in Nr. 17 7,50 %, den proximalen Gelenkköpfen in Nr. 18 7,10 %, den distalen Gelenkköpfen in Nr. 18 7,03 %.

Bei den Diaphysen ist er bei Nr. 17 6,99 % und bei Nr. 18 7,02 %.

Auf Tabelle II und III wurde ferner der Stickstoff in den Epiphysen auf lufttrockene Substanz bezogen angegeben. Die hier sich zeigenden Schwankungen im Stickstoffgehalt verringern sich sehr bei Berechnung auf fettfreie Trockensubstanz, so daß der Stickstoffgehalt in den Epiphysen der beiden Tiere wohl als ziemlich gleich angenommen werden kann. Im Vergleich zu dem Stickstoff in den Diaphysen läßt sich feststellen, daß in den Epiphysen etwas mehr ist. Die Mittelzahlen für die Diaphysen sind bei

Tier Nr. 17 = 4,35 %,
Tier Nr. 18 = 4,18 %,

für die Epiphysen bei

Tier Nr. 17 = 5,30 % bzw. 5,40 %,
Tier Nr. 18 = 5,10 % bzw. 5,18 %.

Ferner ist noch zu bemerken, daß der Esel Nr. 17 in allen bis jezt besprochenen Fällen reicher an Stickstoff als Nr. 18 ist.

Auf den beiden Tabellen II und III ist noch der Leimgehalt der einzelnen Knochen angegeben. Hier erreicht die Schwankung zwischen den einzelnen Knochen teilweise eine recht beträchtliche Höhe; sie ist bei den

proximalen	Epiphysen	Nr. 17	14,55	bis	21,71 %,
distalen	„	„ 17	15,09	„	22,88 %,
proximalen	„	„ 18	15,26	„	21,90 %,
distalen	„	„ 18	19,34	„	24,33 %.

Im Durchschnitt ist der Leimgehalt bei den

proximalen Teilen Nr. 17 = 18,37 %,
distalen „ „ 17 = 19,33 %,
proximalen „ „ 18 = 19,28 %,
distalen „ „ 18 = 21,69 %.

Der Durchschnitt hebt den Unterschied etwas auf. Der Leimgehalt steigt und fällt außerdem umgekehrt wie der Fettgehalt, wodurch dann auch die Unterschiede bedingt und erklärt werden. Berechnet man noch den Stickstoff im Leim, so fällt wieder der hohe Gehalt in den beiden Epiphysen des linken Vordermittelfußes des Tieres Nr. 17 auf. Er ist bei dem proximalen Gelenkkopf 18,42 % und sogar 18,99 % bei dem distalen. Bei der dazu gehörigen Diaphyse war der Stickstoffgehalt 17,98 %.

Berücksichtigt man noch die in den Aschen der Epiphysen zurückgebliebene Kohlensäure, so stimmen diese mit der Diaphyse überein. Die andern proximalen Gelenkköpfe von Nr. 17 schwanken zwischen 14,88 % und 17,90 %, die distalen zwischen 15,84 % und 18,08 %. Bei Nr. 18 ist die Schwankung bei den ersteren von 16,07 bis 17,43 %, bei den letzteren von 15,64 bis 16,59 %.

Bei dem zweiten Esel ist also der Stickstoffgehalt einmal bedeutend niedriger und schwankt auch bei den einzelnen Epiphysen nicht so sehr.

Die Zusammensetzung der Rückenwirbel und Rippen.

Auf Tabelle IV finden wir weiter die Zusammenstellung über die chemische Zusammensetzung einiger Rückenwirbel, und zwar zuerst der Rückenwirbelkörper und dann der dazu gehörigen Dornfortsätze. Die Trockensubstanz und der entsprechende Wassergehalt weisen bei den Körpern untereinander ebenso wie bei den Dornfortsätzen ziemlich gleiche Werte auf. Die Körper sind im allgemeinen etwas trockener als die Dornfortsätze. Im Mittel ist für die

Körper Nr. 17:
die Trockensubstanz 94,21 %, der Wassergehalt 5,78 %,
Körper Nr. 18:
die Trockensubstanz 93,85 %, der Wassergehalt 6,15 %,
Dornfortsätze Nr. 17:
die Trockensubstanz 93,18 %, der Wassergehalt 6,82 %,
Dornfortsätze Nr. 18:
die Trockensubstanz 92,76 %, der Wassergehalt 7,24 %.

Der Fettgehalt der Körper und Dornfortsätze ist als spongiöse Substanz auch ziemlich erheblich. Die Knochen des Esels Nr. 17 sind auch hier wieder, wie bei den Röhrenknochen festgestellt wurde, fettreicher als die von Nr. 18. Für die einzelnen Körper unter sich ist zu bemerken, daß bei beiden Tieren die Fettmenge von vorn nach hinten zunimmt. Sie steigt bei Nr. 17 vom 2. bis 16. Rückenwirbel von 32,29 bis 39,22 % und bei Nr. 18 von 27,15 bis 30,38 %. Der Durschschnitt ist für Nr. 17 = 35,81 %, für Nr. 18 = 29,37 %. Die Dornfortsätze sind meistens erheblich ärmer als die zugehörigen Wirbelkörper. Der 6. Körper und der 6. Dornfortsatz Nr. 17 stimmen als einzige in ihrem Fettgehalt überein, nämlich mit 34 %. Die anderen Dornfortsätze weichen von ihren Wirbelkörpern mehr oder weniger nach unten ab. Auffallend ist der 2. Dornfortsatz, der, im Vergleich zu seinem Körper, die größte Schwankung zeigt. Beim 2. Rückenwirbelkörper Nr. 17 ist der Fettgehalt 32,29 %, bei seinem Dornfortsatz 15,72 %. Bei Nr. 18 ist der Fettgehalt 27,15 %, bei seinem Dornfortsatz 16,18 %. Die fettreiche Trockensubstanz differiert entsprechend dem verschiedenen Fettgehalt.

Auf Tabelle IV ist ferner der Aschegehalt bei den Wirbelkörpern der einzelnen Tiere unter sich nicht allzu sehr schwankend. Auf fettfreie Trockensubstanz berechnet steigt er von vorn nach hinten bei beiden Tieren, bei Nr. 17 von 55,55 bis 61,29 %, bei Nr. 18 von 57,26 bis 62,23 %. Der Aschegehalt bei Nr. 18 ist danach etwas höher als bei Nr. 17, im Mittel ist er bei Nr. 17 = 58,14 % und bei Nr. 18 = 59,89 %. Die Dornfortsätze sind wieder etwas reicher als die Körper. Im Durch-

schnitt ist er auf fettfreie Trockensubstanz bezogen bei Nr. 17 = 60,45 %, bei Nr. 18 = 61,62 %. Auch hier ist Nr. 18 aschereicher als Nr. 17. Die Schwankung im Aschegehalt wird hauptsächlich durch das Fett bedingt. Im Vergleich zu den Gliedmaßen nähert sich der Aschegehalt der Wirbelkörper dem der Epiphysen. Er ist aber bei den ersteren etwas niedriger. In Beziehung zur fettfreien Trockensubstanz liegt der Aschegehalt bei den Epiphysen zwischen 63 und 64 %, und bei den Rückenwirbeln zwischen 58—61 %.

Der Phosphorsäuregehalt im Wirbelkörper und Dornfortsatz ist, wie aus den auf Asche bezogenen Werten zu ersehen, nicht verschieden voneinander in einem und demselben Tier. Auch ist der Unterschied für beide Tiere nicht wesentlich. Bei Nr. 18 ist er im Mittel etwas niedriger, wie auch bei den Epiphysen festgestellt werden konnte. Bei dem Kalkgehalt in Beziehung zur Asche treten doch aber recht merkliche Unterschiede auf, hauptsächlich bei dem Esel Nr. 17, während die Schwankungen bei Nr. 18 nicht so groß sind. Dies ist, meiner Meinung nach, auf die großen Fettmengen in den einzelnen Knochenteilen zurückzuführen, die eine gleichmäßige Probenahme sehr erschweren. Wenn wir den Kalk- und Phosphorsäuregehalt mit dem der Epiphysen vergleichen, so zeigt sich, daß nennenswerte Unterschiede nicht bestehen. Dasselbe gilt auch für die Kohlensäure. Die Werte in Beziehung zur lufttrockenen Substanz bewegen sich alle zwischen 2 % und 3 %, in Prozent der Asche zwischen 6 % und 7 %; letztere entsprechen den Werten bei den Epiphysen und Diaphysen. Auf der Tabelle IV finden wir noch die Werte für die stickstoffhaltige organische Substanz. Diese ist etwas höher als bei den Epiphysen und Diaphysen. Was die einzelnen Knochen unter sich betrifft, so fällt der Leim mit dem Steigen des Fettgehaltes. Dem höheren Leimgehalt entspricht auch ein höherer Stickstoffwert, was in der Berechnung desselben auf die fettfreie Trockensubstanz zum Ausdruck kommt. Der Stickstoff im Leim erreicht nur dreimal 17 %. Wird nun die in der Asche noch vorhandene Kohlensäure, ca. 1 %, in Rechnung gezogen, so sinken diese Werte auch noch unter 17 %, wodurch der Stickstoffaktor wieder höher wird

und diesen Zahlen entsprechend über 6 steigen kann, so daß auch für diese Werte der nach Hollemann berechnete Faktor 5,587 zu niedrig ist.

Die Tabelle V gibt die chemische Zusammensetzung einiger Rippen, und zwar die gleichen der linken und rechten Seiten. Es ist aus den Mittelzahlen sowie auch aus den Einzelwerten zu ersehen, daß keine erheblichen Unterschiede in allen Bestandteilen für beide Seiten vorhanden sind. Im Vergleich mit den anderen, schon besprochenen Skeletteilen ergibt sich, daß sie im Fettgehalt in der Mitte zwischen Rückenwirbeln und Epiphysen der Röhrenknochen stehen. Der Aschegehalt in der Substanz ist entsprechend dem geringeren Fettgehalt hier am höchsten, wenn die Diaphysen der Röhrenknochen ausgeschaltet werden. Er schwankt bei den Rippen rund zwischen 43 % und 46 %. Jedoch die Asche auf fettfreie Trockensubstanz bezogen, gleicht sich mit den Wirbeln und Epiphysen ungefähr aus.

Um Wiederholungen zu vermeiden, sei auf das von den Rückenwirbelkörpern und Dornfortsätzen Gesagte verwiesen. Dasselbe gilt hier auch.

II. Die chemische Zusammensetzung der mazerierten Knochen im Vergleich mit den präparierten.

Die Tabelle VI bringt die Werte der chemischen Bestandteile der Diaphysen, die durch die Analysen gefunden wurden, nachdem die Knochen derselben Tiere und der rechten Seite (die linke Seite wurde präpariert) den verschiedensten Behandlungen bzw. Mazerationen, wie sie auf S. 26/29 in einer Tabelle zur besseren Übersicht zusammengestellt wurden, unterworfen worden waren. Die einzelnen Mazerationsmethoden sollen in folgendem mit den auf S. 26/29 der Beschreibung vorgesetzten Buchstaben a, b, c, d, e und f bezeichnet werden; in den übrigen Tabellen ist ebenfalls diese Bezeichnung beibehalten worden.

In bezug auf die Trockensubstanz und den Wassergehalt der Diaphysen nach der verschiedenen Behandlung wurde beim Lagern ein ziemlich gleichmäßiges und trockenes Material er-

halten, das in seinen Werten zwischen den einzelnen Knochen sowohl, wie im Durchschnitt bei beiden Tieren kaum voneinander abweicht. Im Vergleich mit den Diaphysen der präparierten Knochen[1]) sind auch keine nennenswerten Unterschiede festzustellen.

Betrachten wir weiter auf Tabelle VI den Fettgehalt der Diaphysen, so sind die Fettmengen in den einzelnen Knochen gegenüber den präparierten Knochen doch wesentlich verändert. Am besten ist die Entfettung durch die Methode e, am schlechtesten durch a erfolgt. Die durch die anderen Methoden erfolgte Entfettung zeigt auch ausnahmslos nur noch geringe Fettmengen in den Diaphysen. Von letzteren Methoden ist wieder f diejenige, die noch ziemliche Mengen Fett in den Knochen beließ; jedoch ist eine Verminderung des Fettgehaltes auch hier festzustellen. Entsprechend den geringeren Fettmengen steigt natürlich die fettfreie Trockensubstanz, wodurch auch der Aschegehalt erhöht ist. Letzterer Wert, in Beziehung zur fettfreien Trockensubstanz, gibt innerhalb der einzelnen Knochen eine ziemliche Übereinstimmung. Beim Vergleich der letzteren Werte mit den präparierten Knochen findet sich kein Unterschied zwischen mazerierten und präparierten Diaphysen. Alle übrigen Zahlen, die auf die lufttrockene Substanz bezogen sind, erfahren infolge des verminderten Fettgehaltes eine Erhöhung gegenüber denen des präparierten Materials. Unter sich zeigen die Zahlen der mazerierten Knochen außerdem noch geringere Differenzen.

Betrachten wir weiter die Phosphorsäure in Prozent der Asche, so sind diese Werte der einzelnen, sowie beider Tiere untereinander fast gleich; das Mittel ist 40,42 % bei Nr. 17 und 40,48 % bei Nr. 18; der Durchschnitt der präparierten Knochen ist 39,68 % und 39,69 % Phosphorsäure. Letztere ist bei den präparierten um fast 1 % niedriger. Der Kalkgehalt, in Prozent der Asche, zeigt in den einzelnen Knochendiaphysen keine Unterschiede, ebenso im Vergleich mit den Diaphysen der präparierten

[1]) Ich verstehe unter Präparieren allein die Säuberung mit dem Messer.

Knochen. Der Kalkgehalt ist bei den mazerierten im Durchschnitt

bei Nr. 17 53,65 %,
„ „ 18 53,27 %;

bei den präparierten im Durchschnitt

bei Nr. 17 52,36 %,
„ „ 18 53,36 %.

Wir finden auf Tabelle VI ferner den Kohlensäuregehalt im Mittel bei den mazerierten Teilen etwas geringer als den auf Tabelle I angegebenen. Dasselbe gilt für die anderen Mineralstoffe. Bei diesen ist der Gehalt im Durchschnitt der mazerierten Knochen

Nr. 17 = 5,86 %,
„ 18 = 6,25 %,

der präparierten Knochen

Nr. 17 = 7,94 %,
„ 18 = 6,94 %.

Dieser Mindergehalt an anderen Mineralstoffen ist allein auf die Erhöhung der Phosphorsäure zu setzen, da der Kalkgehalt sich nicht wesentlich geändert hat. Irgend ein Anhalt, der zugunsten einer der verschiedenen Mazerationsmethoden bei der Veränderung der anorganischen Bestandteile spräche, ist wohl kaum festzustellen. Erhebliche Veränderungen erleidet auch die stickstoffhaltige Substanz der Diaphysen bei der Mazeration nicht. Auch der Stickstoffgehalt in Prozent der fettfreien Substanz ist in allen Knochen desselben Tieres durch die verschiedene Behandlung nicht verändert, ebenso beim Vergleich mit den präparierten Diaphysen.

Nachdem wir die Diaphysen der mazerierten und präparierten Knochen einer kurzen Besprechung unterzogen haben, möge auch der Einfluß der verschiedenen Mazerationsmethoden auf die Epiphysen erörtert werden. Die Ergebnisse der chemischen Bestandteile der proximalen und distalen Gelenkköpfe der Vorder- und Hinterextremitäten sind auf den Tabellen VII und VIII zum Vergleich zusammengestellt. Was zunächst die

Trockensubstanz anbetrifft, so ist hier auch wieder, trotz der verschieden langen Lagerzeit, eine genügende Gleichmäßigkeit in allen Fällen vorhanden. Im Gegensatz zu den präparierten Epiphysen ist der Trockensubstanzgehalt der mazerierten im Durchschnitt etwas geringer. Er beträgt bei den mazerierten

proximalen Epiphysen Nr. 17 = 92,17 %,
distalen „ „ 17 = 92,43 %,
proximalen „ „ 18 = 92,58 %,
distalen „ „ 18 = 92,30 %.

Der Gehalt der präparierten proximalen Epiphysen Nr. 17 = 94,03 %.

Der Gehalt der präparierten distalen Epiphysen Nr. 17 = 93,16 %.

Der Gehalt der präparierten proximalen Epiphysen Nr. 18 = 93,72 %,

Der Gehalt der präparierten distalen Epiphysen Nr. 18 = 92,84 %.

Dementsprechend ist der Wassergehalt höher bei den mazerierten als den präparierten Epiphysen.

Weiter tritt die Einwirkung der verschiedenen Behandlung der Knochen im Fettgehalt hier noch deutlicher hervor als bei den Diaphysen. Hier hat wieder, wie schon bei den Diaphysen, die Mazeration a noch das meiste Fett in der Knochensubstanz zurückgelassen. Noch nicht einmal die Hälfte des Fettes ist entfernt. Es sind im mazerierten proximalen Gelenkkopf des Oberarms Nr. 17 37,06 %, im unbehandelten 50,81 %. Im mazerierten distalen Gelenkkopf des Oberarms Nr. 17 24,81 %, im unbehandelten 40,54 %. Im mazerierten proximalen Gelenkkopf Nr. 18 32,97 %, im unbehandelten 44,94 %. Im mazerierten distalen Gelenkkopf Nr. 18 18,53 %, im unbehandelten 30,79 %. Auch die Methode f, bei der die Bauchspeicheldrüse zur Anwendung kam, hat keine gute Entfettung bewirkt, trotz der hohen Temperatur von 80—90° C. Außerdem hat die Methode b teilweise recht erhebliche Mengen Fett in der Knochensubstanz zurückgelassen. Bei dieser Methode

war, wie die Tabelle auf S. 26/29 zeigt, die Dauer der Mazeration bei den Knochen der beiden Tiere recht verschieden. Bei dem Esel Nr. 18 war die Dauer aus Gründen, die ich schon früher besprochen habe, um das Dreifache länger als bei Nr. 17. Durch das längere Liegen in dem warmen Wasser ist nun auch, den gefundenen Fettmengen entsprechend, die Entfettung besser erreicht worden als bei dem Tier Nr. 17, dessen Knochen schon nach 6 Tagen der Mazerationsflüssigkeit entnommen worden waren. Es kann aber noch ein zweiter Grund für die schlechte Entfettung vorhanden sein. Es wurden nämlich hier die Gelenkköpfe angebohrt, um dem Fett durch die Mazerationsflüssigkeit besser beizukommen. Nun kann aber die Bohrung nicht tief genug gewesen sein und dadurch eine Zersetzung des Fettes, zumal bei den Knochen Nr. 17, die schon nach 6 Tagen fertig mazeriert waren, verhindert worden sein.

Auch die Mazeration d läßt noch mehrere Prozente Fett in den Gelenkköpfen, obwohl nach dem Behandeln mit kaltem Wasser noch während einiger Minuten das Material in einer $2^1/_2$ %igen Sodalösung gekocht wurde, wodurch das Fett hätte verseift werden müssen. Das Fett scheint aber in der kalten Mazerationsflüssigkeit nicht angegriffen zu sein, wie auch die Methode a zeigt, so daß dann ein Kochen während einigen Minuten nicht genügte, um das ganze Fett durch die Soda aufzulösen, so daß es wie bei a auch durch Benzin nicht so schnell entfernt werden konnte. Es hätte also ein längeres Kochen, vielleicht von 10—15 Minuten, stattfinden müssen. Diese Zeit würde nach meiner Meinung wohl zur genügenden Entfettung ausreichend sein, ohne befürchten zu müssen, daß die Knochensubstanz bei dieser Konzentration angegriffen würde. Die beste und auch die vollkommenste Entfettung wurde durch die Methode e und c erreicht. In beiden Fällen wurde ein Benzinentfettungsapparat benutzt. Für alle übrigen Resultate gilt das bei der Beschreibung Gesagte. Hinzuzufügen ist noch, daß der Aschegehalt der Epiphysen, der in lufttrockener Substanz rund 50 % ausmacht, in Prozenten der fettfreien Trockensubstanz wieder der Asche der lufttrockenen Substanz der präparierten Diaphysen nahe kommt.

Die stickstoffhaltige organische Substanz ist aber hauptsäch-

lich durch die beiden Kaltwassermazerationen a und d erheblich verändert worden. Der Gehalt schwankt bei den Gelenkköpfen zwischen 11 und 14 %. Auch ist bei der Warmwassermazeration bei 18 b, infolge der längeren Dauer, der Stickstoff im Leim bis auf 14,53 % herabgedrückt. Der Stickstoff in Beziehung zur fettfreien Trockensubstanz nähert sich aber mehr den Werten der Diaphysen, ist im Durchschnitt aber noch etwas höher.

Die auf Tabelle IV und V den präparierten Rückenwirbelkörpern und Rippen angeschlossenen mazerierten Körper und Rippen entsprechen den Verhältnissen, wie sie durch die verschiedene Mazeration bei den Epiphysen näher gekennzeichnet wurden. Es sei daher nur auf die betreffenden Resultate verwiesen.

An dieser Stelle sei eines bis jetzt noch nicht erwähnten platten Knochens gedacht, des Schulterblattes, das auch zur Präparation sowie zur Mazeration herangezogen wurde. Es war mir von verschiedenen Seiten mitgeteilt worden, daß das Schulterblatt durch kaustische Mittel stark angegriffen würde. Deshalb wurde es mit der Mazerationsmethode e behandelt. Hier kam grüne Seife bei hoher Temperatur in Anwendung, ebenso der Benzinapparat und zum Bleichen das Wasserstoffsuperoxyd. Vergleichen wir nun die auf Tabelle VI nach der Mazeration erhaltenen Resultate mit den präparierten Knochen auf Tabelle I, so läßt sich feststellen, daß die eintretenden Veränderungen nach denselben Verhältnissen stattgefunden haben, wie sie bei den übrigen entsprechenden Knochenteilen mit der betreffenden Behandlung angegeben wurden. Auch äußerlich war das Schulterblatt nach der Mazeration nicht merklich angegriffen oder verändert.

Wie in den Tabellen VI, VII und VIII die Mazerationsmethoden nebeneinander in ihrer Einwirkung auf die betreffenden Knochenteile verzeichnet sind, so sind in den folgenden drei Tabellen IX, X und XI alle die Knochenteile, die ein und derselben Mazeration unterworfen waren, zusammengestellt. Diese Tabellen sollen eine bessere Übersicht über die Wirkung der einzelnen Methode auf die verschiedenen Knochenstücke gewähren. Es

sind nun die beiden Warmwassermazerationen c und b, ebenso die zwei Kaltwasserbehandlungen a und d und die mit e und f bezeichneten Methoden, die auf der Behandlung mit heißen Flüssigkeiten beruhen, auf einer Tabelle zur Darstellung gebracht. Tabelle IX zeigt die Werte der nach Methode c und b mazerierten Knochen. Besonders interessieren hier die berechneten Mittelzahlen, die bei der Beurteilung der Methoden für die Praxis der Mazeration von Wichtigkeit sind. Was zunächst den Trockensubstanz- und Wassergehalt betrifft, so ist im Mittel aller behandelten Knochen kein Unterschied festzustellen. Die beiden Methoden liefern demnach für die Analyse ein gleich trockenes Material. Die Trockensubstanz beträgt bei c = 92,80 %, der Wassergehalt 7,20 %; bei b = 92,74 %, der Wassergehalt 7,26%.

Die Entfettung der Knochen, eins der Hauptmomente bei der Mazeration, ist nun noch nicht ganz durch ein Behandeln mit warmem Wasser, wie die Methode b beweist, zu erlangen, sondern zur vollständigen Erreichung des Zieles gehören dazu noch fettentziehende Mittel. Dies tritt bei c deutlich hervor, wo neben dem warmen Wasser noch die Entfettung in einem Benzinapparate erfolgte. Es enthielten die Knochen, die nach der letzten Behandlung analysiert wurden, nur noch im Mittel 1,02 % Fett, während der Fettgehalt bei den Knochen nach der einfachen Warmwassermazeration b noch das Zehnfache betrug als bei c, nämlich 10,16 %. Mit dem verschiedenen Fettgehalt in den mazerierten Knochen ändert sich auch der Gehalt an fettfreier Trockensubstanz. Er ist bei den beiden Methoden sehr verschieden; er differiert um über 9 %. Für die Mazeration c ist er 91,78 %, für b 82,58 %. Auch der Aschegehalt in der lufttrockenen Substanz unterscheidet sich um 8 %. Bei c ist er im Mittel 60,65 %, bei b aber nur 52,74 %. In Prozenten der fettfreien Trockensubstanz ist der Unterschied nur noch ca. 1 %, nämlich 66,05 % bei c und 64,61 % bei b. Der Glühverlust wird durch den Fettgehalt 10,16 % bei b höher, nämlich 40,00 %, als bei c. Hier macht er nur noch 32,15 % bei 1,02 % Fett aus. Die übrigen Werte, soweit sie sich auf lufttrockene Substanz beziehen, werden bei b durch den noch höheren Fettgehalt etwas herabgedrückt, während die Mittelzahlen der beiden

Methoden, die unter Ausschaltung der Fettmenge gewonnen wurden, keine wesentlichen Differenzen mehr zeigen. In bezug auf die stickstoffhaltige organische Substanz ist noch zu bemerken, daß die nach der Mazeration b untersuchten Knochenstücke im Vergleich mit denen von c doch eine erhebliche Veränderung erfahren haben. Das ist z. B. bei dem einen Rückenwirbelkörper und der Rippe zu ersehen, die in ihrem Stickstoffgehalt im Leim bis auf 11,30 % bzw. 13,27 % herabgehen. Es ist wohl nicht anzunehmen, daß durch Auslegen im Sonnenschein und Übergießen mit Wasser eine so intensive Veränderung der organischen Substanz vielleicht durch Oxydation hat eintreten können. Eine Erklärung hierfür läßt sich wohl nur in der Einwirkung der warmen Mazierflüssigkeit suchen.

Die Tabelle X enthält nun die Ergebnisse der beiden mit kaltem Wasser ausgeführten Mazerationen a und d. Die Trockensubstanz und der Wassergehalt zeigen im Mittel gegenüber der Methode b und c keine Unterschiede. Auf Tabelle IX und X ist der Trockensubstanzgehalt

bei a 92,67 %, der Wassergehalt 7,33 %,
„ d 92,04 %, „ „ 7,96 %,
„ c 92,80 %, „ „ 7,20 %,
„ b 92,74 %, „ „ 7,26 %.

Die Entfettung ist bei a durch das Einlegen der mazerierten Knochen in Benzin nicht besonders gelungen, denn im Mittel aller Knochen sind noch 18,84 % Fett darin enthalten. Die Methode d, bei der nach der Kaltwasserbehandlung noch mit Sodawasser gekocht wird, hat ihr Ziel der Entfettung wenigstens besser erreicht, als Methode a, obgleich auch noch einige Prozente Fett, 6,39 %, gefunden wurden. Alle übrigen Werte ergeben sich wieder so, wie bei der Methode b und c bereits erörtert wurde, und nennenswerte Veränderungen sind nicht entstanden. Nur die stickstoffhaltige organische Substanz hat im Mittel bei a 12,78 % und bei d 14,40 % Stickstoff. Diese Abweichung von den nicht mazerierten, also nur präparierten Knochen, ist durch Zersetzung der organischen Substanz in der kalten Mazierflüssigkeit, die auch ca. 80 Tage einwirkte, zu erklären.

Die Analysenergebnisse der nach der heißen Methode e und f behandelten Knochenstücke sind auf Tabelle XI zusammengestellt. Ihre Mittelzahlen zeigen wieder bei einigen Werten gewisse Verschiedenheiten. Prüfen wir zuerst den Trockensubstanzgehalt im Mittel der beiden Mazerationen, so ist er bei f zum ersten Male über 93 % gestiegen, nämlich 93,27 %, bei den übrigen Mittelzahlen erreicht er 93 % niemals. Die höchste Mittelzahl für den Trockensubstanzgehalt haben die Knochen, die nach c behandelt wurden, nämlich 92,80 %. Die Trockensubstanz bei e ist im Mittel 92,64 %. Entsprechend ist der Wassergehalt bei e 7,54 %, bei f 6,73 %. Eine größere Differenz tritt wieder beim Fettgehalt hervor. Die Mazeration e besorgt die Entfettung der Knochen fast vollständig. Sie läßt nur noch 0,67 % Fett im Mittel aller untersuchten Knochenstücke zurück. Nur einmal steigt der zurückgelassene Gehalt noch über 1 % beim rechten Schulterblatt Nr. 18, die übrigen Werte liegen alle meistens erheblich unter 1 %. Die nach f mazerierten Knochen haben noch eine ziemliche Menge Fett. Auch ist die Entfettung bei den einzelnen Skelettstücken recht verschieden ausgefallen. Der Durchschnitt des Fettgehaltes ist hier 13,54 %. Der verschiedene Gehalt beeinflußt natürlich die fettfreie Trockensubstanz. Sie ist bei e 91,79 % und bei f, infolge des hohen Fettgehaltes, nur 79,73 %. Das gleiche gilt für die Asche und den Glühverlust.

Der Aschegehalt bei e ist im Mittel . . 60,29 %,
der Glühverlust . . . . . 32,17 %,
bei f ist der Aschegehalt . . . . . 52,72 %,
der Glühverlust . . . . . 40,55 %.

Wird aber das Fett bei der Berechnung der Asche ausgeschaltet und letztere auf fettfreie Trockensubstanz bezogen, so sind beide Werte gleich, nämlich für e 65,66 % und für f 65,82 %. Die anorganischen Bestandteile zeigen nur da noch wesentliche Unterschiede, wo die Berechnung in der Knochensubstanz erfolgte, in Beziehung zur Asche tritt aber bei den Mittelzahlen beider Methoden Übereinstimmung ein. In Prozent der Asche ist der Gehalt

der Phosphorsäure . . . . . bei e 39,61 %, bei f 39,73 %,
des Kalkes . . . . . „ e 54,02 %, „ f 54,22 %,
der Kohlensäure . . . . . „ e 6,39 %, „ f 6,37 %,
der anderen Mineralstoffe . . „ e 6,37 %, „ f 6,05 %.

Was nun die stickstoffhaltige organische Substanz, den Leim, betrifft, so ist der Stickstoff im Leim bei f etwas geringer als bei e. Er ist nämlich im Mittel aller untersuchten Knochen bei e 16,52 % und bei f 15,96 %. Daraus ist zu schließen, daß wahrscheinlich die Pankreasmethode diese Substanz etwas geändert hat. Auch hier möchte ich den Schluß ziehen, daß die Methode e die praktisch brauchbarste ist, besonders durch die starke Entfettung. Nächstdem folgt dann noch die Methode c, allerdings mit schon etwas geringerer Entfettung, während bei den übrigen Methoden die geringere Veränderung des Fettgehaltes hervortritt.

C. **Zusammenfassung der Ergebnisse.**

Um nun die Endergebnisse meiner Untersuchungen kurz zu wiederholen, ist noch eine letzte Tabelle XII aufgestellt worden, die einmal alle bisher besprochenen Mittelzahlen der verschiedenen Knochenteile bei beiden Tieren in einem Mittelwert für die verschiedenen Bestimmungen vereinigt enthält, ferner zum Vergleich mit den präparierten Knochen noch die Mittelzahlen der nach den verschiedensten Methoden behandelten Knochen, wie wir sie schon auf den Tabellen IX, X und XI finden. Es ergibt sich für das Endresultat ungefähr folgendes:

1. Die Austrocknung der Knochen während des Lagerns vor dem Verarbeiten zur Analyse hat sowohl bei den präparierten als auch bei den mazerierten Knochen keine nennenswerten Unterschiede im Trockensubstanz- und Wassergehalt ergeben.

2. Der Fettgehalt der Knochen im Tierkörper hängt von dem jeweiligen Nährzustande des betreffenden Tieres ab, wie aus den fetteren Knochen des Esels Nr. 17 im Vergleich zu denen von Nr. 18 hervorgeht. Das Tier Nr. 17 war im allgemeinen fetter. Das Fett wird bei der Mazeration von einigen Methoden noch ungenügend entfernt, während bei zweien, c und e, das Fett bis auf Spuren aus den Knochen verschwindet.

3. Die fettfreie Trockensubstanz und die Asche in Prozent der Substanz differieren infolge des so außerordentlich verschiedenen Fettgehaltes in den einzelnen Knochenteilen sowie auch in den verschiedenen Knochen recht erheblich. Dasselbe gilt für die mazerierten Knochen. Der Glühverlust ist im Mittel bei den präparierten Knochen höher als bei den mazerierten Knochen, ebenfalls bedingt durch den bei den präparierten noch höheren Fettgehalt.

4. Die Zusammensetzung der Asche (Aschegehalt gleich 100) zeigt für die präparierten Knochen an den verschiedenen Stellen desselben Skeletteiles und untereinander keine erheblichen Abweichungen.

5. Der Gehalt der Asche an ihren Bestandteilen in den mazerierten Knochen weicht nach der verschiedensten Behandlung nicht wesentlich von dem der präparierten ab. Die Phosphorsäure ist jedoch bei den mazerierten etwas höher als bei den präparierten. Der Kalkgehalt ist etwa gleich geblieben. Die Kohlensäure und die anderen Mineralstoffe haben bei den mazerierten niedrigere Werte als bei den präparierten Knochen.

6. Die Unterschiede im Leimgehalt sind von besonderer Bedeutung bei der Berechnung auf fettfreie Trockensubstanz. Es ergibt sich z. B. nach Tabelle I Diaphysensubstanz Nr. 17, präpariert:

$$86{,}83 : 21{,}90 = 100 : x = 25{,}22\ \%\ \text{Leim.}$$

Bei den Rückenwirbelkörpern Nr. 17 z. B. dagegen auf Tabelle IV

$$58{,}40 : 22{,}42 = 100 : x = 38{,}39\ \%\ \text{Leim;}$$

entsprechend beträgt im ersteren Falle der Aschegehalt der fettfreien Trockensubstanz 69,90 %, im zweiten 58,14 %. Daraus folgt, daß der Knochen der Diaphyse beträchtlich mehr Mineralsubstanz, dagegen weniger Leim enthält als die mehr weiche und mürbe Substanz der Wirbelkörper. Das gleiche ist für die spongiöse Substanz, z. B. für die Gelenkköpfe gegenüber den Diaphysen festzustellen (s. Tabelle I, II und III).

7. Durch die Mazeration hat der Leimgehalt eine teilweise recht merkliche Veränderung erfahren, besonders bei a und d, s. Tabelle X.

8. Der Mittelwert des Stickstoffs in Beziehung zur fettfreien Trockensubstanz der nur präparierten Knochen ist höher als bei den mazerierten, bei denen mehr oder weniger Leim entfernt ist. Im Anschluß an die Veränderung des Leimes der Knochen durch die Mazeration möchte ich jedoch noch hinzufügen, daß es, meiner Meinung nach, für die Haltbarkeit des Skeletts von Wert ist, eine solche Mazerationsmethode zu wählen, die eine möglichst geringe Zersetzung der stickstoffhaltigen organischen Substanz zur Folge hat. Dagegen glaube ich, ist es wichtig, dafür zu sorgen, daß die Entfettung so gut als möglich geschieht. Ein sehr fetthaltiges Skelett sieht nie gut aus in der Sammlung, höhere Temperatur bringt auch für ein sehr fetthaltiges Stück Unannehmlichkeiten durch die hauptsächlich im Sommer stark eintretende Zersetzung der Fettsubstanz und durch den damit sich einstellenden nicht angenehmen Geruch.

Wenn wir glauben, durch die hier gewonnenen Resultate für spätere Knochenstudien, bei denen verschieden behandelte Knochen verglichen werden müssen, einige wertvolle Unterlagen geschaffen zu haben, so erscheint es doch wünschenswert, daß sich zunächst auch noch weitere ähnliche Untersuchungen anschließen, die bei meiner Arbeit, die sich auf die an wissenschaftlichen Instituten gebräuchlichsten Behandlungsmethoden beschränken sollte, noch nicht berücksichtigt werden konnten. Es soll nur z. B. die Wirkung des Eingrabens in die Erde bei verschiedener Dauer desselben hervorgehoben werden.

Es möge mir vergönnt sein, meinen Dank zu sagen:

Dem Kaiserlichen Geh. Reg.-Rat Herrn Prof. Dr. Wohltmann für die Erlaubnis, die Untersuchungen im Laboratorium des Landwirtschaftlichen Institutes ausführen zu dürfen.

Herrn Prof. Dr. S. von Nathusius für die Anregung und mancherlei Ratschläge und Weisungen bezüglich meiner Arbeit.

Herrn Prof. Dr. P. Holdefleiß für seine unermüdliche Unterstützung durch Rat und Tat bei der Ausführung meiner Arbeit.

Anhang: Tabellen.

Tabelle I A.

Namen des Knochens und Bezeichnung	Tier Nr. 17				Dieselben Knochen des Tieres Nr. 18				% Fettgehalt der Knochen Nr. 17			% Fettgehalt der Knochen Nr. 18		
	Gewicht des frischen Knochens am 25./9. in g	Gewicht des lufttrockenen Knochens am 5./10. in g	Verlust vom 25./9.—5./10. in g	Verlust in % des Gesamtgewichts des Knochens in %	Gewicht des frischen Knochens am 26./9. in g	Gewicht des lufttrockenen Knochens am 16./10. in g	Verlust vom 26./9.—16./10. in g	Verlust in % des Gesamtgewichts des Knochens in %	Diaphysensubstanz	proximaler Gelenkkopf	distaler Gelenkkopf	Diaphysensubstanz	proximaler Gelenkkopf	distaler Gelenkkopf
1.	2.	3.	4.	5.	2.	3.	4.	5.	10.			11.		
Linker Oberschenkel Nr. 17	695,1	657,3	37,8	5,43	669,8	631,0	38,8	5,79	7,4	44,8	40,4	4,1	39,4	32,7
Linker Unterschenkel Nr. 17 ...	487,7	461,6	26,1	5,33	477,8	459,1	18,7	3,91	5,4	40,0	20,7	3,2	34,0	15,3
Linker Hintermittelfuß Nr. 17 ..	223,9	212,7	11,2	5,00	212,7	201,5	11,2	5,29	2,1	22,4	27,0	1,9	20,5	19,8
Linker Oberarm Nr. 17	466,7	441,6	25,1	5,40	465,6	446,8	18,8	4,04	12,9	50,8	40,5	9,7	44,9	30,7
Linker Unterarm Nr. 17	381,3	363,8	17,5	4,59	398,7	381,5	17,2	4,31	4,9	33,0	35,5	4,9	31,3	29,0
Linker Vordermittelfuß Nr. 17 .	159,9	150,9	9,0	5,63	155,9	147,7	8,2	5,26	4,7	19,6	23,7	3,49	21,0	22,5
									Körper	Dornfortsatz		Körper	Dornfortsatz	
Zweiter Rückenwirbel Nr. 17 ...	88,6	70,0	18,6	20,99	87,9	66,0	21,9	24,91	32,29	15,72		27,15	16,18	
Vierter Rückenwirbel Nr. 17....	85,0	68,2	16,8	19,76	78,2	60,1	18,1	23,14						
Sechster Rückenwirbel Nr. 17 ..	74,8	61,0	13,8	18,43	71,7	56,4	15,3	21,34	34,22	34,72		29,77	24,92	

Achter Rückenwirbel Nr. 17 ...	57,7	48,0	9,7	16,81	58,3	46,3	12,0	20,59				
Zehnter Rückenwirbel Nr. 17 ..	53,2	45,1	8,1	15,22	51,7	41,1	10,6	20,50				
Zwölfter Rückenwirbel Nr. 17 ..	53,5	46,6	6,9	12,90	51,4	43,3	8,1	15,76	37,53	30,03	30,19	26,24
Vierzehnter Rückenwirbel Nr. 17	58,6	52,5	6,1	10,41	53,6	47,7	5,9	11,01				
Sechzehnter Rückenwirbel Nr. 17	55,2	48,5	6,7	12,14	58,7	51,4	7,3	12,44	39,22	—	30,38	27,46
Zweite linke Rippe Nr. 17	28,7	22,2	6,5	22,65	33,0	26,0	7,0	21,21	17,76		15,44	
Vierte linke Rippe Nr. 17	42,6	32,9	9,7	22,77	44,6	33,8	10,8	24,21				
Sechste linke Rippe Nr. 17	67,5	55,6	11,9	17,63	73,9	58,9	15,0	20,30	24,09		20,44	
Achte linke Rippe Nr. 17	79,1	65,9	13,2	16,69	87,4	77,1	10,3	11,78				
Zehnte linke Rippe Nr. 17	67,6	59,0	8,6	12,72	71,2	63,8	7,4	10,39				
Zwölfte linke Rippe Nr. 17	58,2	52,5	5,7	9,79	57,8	52,0	5,8	10,03	23,02		17,23	
Vierzehnte linke Rippe Nr. 17 ..	46,9	40,5	6,4	13,65	44,7	41,1	3,6	8,05				
Sechzehnte linke Rippe Nr. 17 .	35,5	33,3	2,2	6,20	37,4	35,1	2,3	6,15	24,13		19,08	
Siebzehnte linke Rippe Nr. 17 ..	32,5	29,5	3,0	9,20	29,7	27,5	2,2	7,41				
Achtzehnte linke Rippe Nr. 17 ..	24,6	22,6	2,0	8,13	22,8	21,1	1,7	7,46				
Zweite rechte Rippe Nr. 17	30,1	23,2	6,9	22,92	31,7	24,6	7,1	22,40	17,28		16,41	
Vierte rechte Rippe Nr. 17	43,1	33,1	10,0	23,20	46,9	25,8	11,1	23,67				
Sechste rechte Rippe Nr. 17 ...	70,6	56,7	13,9	19,69	74,9	59,5	15,4	20,56	21,90		19,90	
Achte rechte Rippe Nr. 17	77,9	68,2	9,7	12,45	80,1	68,7	11,4	14,23				
Zehnte rechte Rippe Nr. 17	66,3	57,7	8,6	12,97	68,3	60,4	7,9	11,57				
Zwölfte rechte Rippe Nr. 17	57,0	50,6	6,4	11,23	59,2	53,1	6,1	10,30	23,10		17,53	
Vierzehnte rechte Rippe Nr. 17 ..	46,5	41,3	5,2	11,18	45,5	41,0	4,5	9,89				
Sechzehnte rechte Rippe Nr. 17 .	36,6	32,7	3,9	10,65	35,4	31,7	3,7	10,45	21,62		18,04	

Tabelle I (Diaphysensubstanz präparier

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. – Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure – P_2 in % der Substanz	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
Linker Vordermittelfuß Nr. 17; Diaphysensubstanz, präp.	92,84	7,16	4,70	88,14	61,56	69,84	31,28	24,15	27,40	39,
Linker Unterarm Nr. 17, Diaphysensubstanz, präp.	93,15	6,85	4,90	88,25	60,60	68,67	32,55	24,59	27,86	40,
Linker Oberarm Nr. 17; Diaphysensubstanz, präp.	93,06	6,94	12,94	80,12	56,41	70,41	36,65	22,54	28,14	39,
Linker Hintermittelfuß Nr. 17; Diaphysensubstanz, präp.	92,68	7,32	2,10	90,58	63,18	69,75	29,50	24,63	27,19	38,
Linker Unterschenkel Nr. 17; Diaphysensubstanz, präp.	93,15	6,85	5,48	87,67	61,04	69,62	32,11	24,11	27,50	39,
Linker Oberschenkel Nr. 17; Diaphysensubstanz, präp.	93,61	6,39	7,41	86,20	61,28	71,09	32,33	24,40	28,31	39,
Mittel:	**93,08**	**6,92**	**6,25**	**86,83**	**60,68**	**69,90**	**32,40**	**24,07**	**27,73**	**39,**
Linker Vordermittelfuß Nr. 18; Diaphysensubstanz, präp.	92,59	7,41	3,49	89,10	62,55	70,20	30,04	24,93	27,27	39,
Linker Unterarm Nr. 18; Diaphysensubstanz, präp.	92,85	7,15	4,95	87,90	61,31	69,75	31,54	24,37	27,72	39,
Linker Oberarm Nr. 18; Diaphysensubstanz, präp.	93,06	6,94	9,77	83,29	58,49	70,22	34,57	22,80	27,37	38,
Linker Hintermittelfuß Nr. 18; Diaphysensubstanz, präp.	93,06	6,94	1,95	91,11	63,18	69,34	29,88	25,20	27,66	39,
Linker Unterschenkel Nr. 18; Diaphysensubstanz, präp.	93,40	6,60	3,27	90,13	62,47	69,31	30,93	24,91	27,64	39,
Linker Oberschenkel Nr. 18; Diaphysensubstanz, präp.	93,47	6,53	4,10	89,37	63,20	70,72	30,27	25,14	28,13	39,
Mittel:	**93,07**	**6,93**	**4,59**	**88,48**	**61,87**	**69,92**	**31,20**	**24,56**	**27,63**	**39,**
Linkes Schulterblatt Nr. 17; aus der vorderen Mitte, präp.	92,18	7,82	17,86	74,32	47,89	64,44	44,29	18,74	25,21	39,
Linkes Schulterblatt Nr. 18; aus der vorderen Mitte, präp.	91,89	8,11	14,63	77,26	48,97	63,38	42,92	18,96	24,54	38,
Mittel:	**92,03**	**7,97**	**16,24**	**75,79**	**48,43**	**63,91**	**43,60**	**18,85**	**24,87**	**38,**
Linkes Schulterblatt Nr. 17; Gelenkkopf, präp.	93,50	6,50	28,22	65,28	41,17	63,07	52,33	15,96	24,45	38
Linkes Schulterblatt Nr. 18; Gelenkkopf, präp.	92,88	7,12	20,38	72,50	46,54	64,19	46,34	17,98	24,80	38
Mittel:	**93,19**	**6,81**	**24,30**	**68,89**	**43,85**	**63,63**	**49,33**	**16,97**	**24,62**	**38**

(hulterblatt präpariert.)

	Kalk = CaO		Kohlensäure = CO_2							Andere Mineralstoffe	
in % der Substanz	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der Asche	in % der Substanz	in % der Asche	Stickstoff = N in % der Substanz	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	in % der Substanz	in % der Asche
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
,14	36,46	52,21	4,05	6,58	4,05	22,63	22,53	17,98	4,59	5,27	8,47
,53	36,86	53,68	4,32	7,11	3,88	21,68	23,33	16,63	4,40	3,48	5,74
,20	36,52	51,88	3,87	6,86	3,405	19,02	19,84	17,16	4,25	4,61	8,15
,27	35,63	51,09	4,58	7,25	4,01	22,40	22,82	17,57	4,43	6,28	9,93
,41	36,97	53,10	4,39	7,19	3,897	21,77	22,24	17,52	4,445	4,52	7,40
,00	37,12	52,21	4,27	6,97	3,43	19,16	20,65	16,61	3,98	4,88	7,97
,77	**36,59**	**52,36**	**4,25**	**6,99**	**3,78**	**21,11**	**21,90**	**17,24**	**4,35**	**4,84**	**7,94**
,09	37,14	52,90	4,32	6,91	3,75	20,84	22,23	16,78	4,19	4,53	7,24
,94	37,47	53,73	4,22	6,88	3,79	21,17	22,37	16,94	4,31	4,00	6,52
,32	37,60	53,55	4,10	7,01	3,49	19,50	20,70	16,86	4,19	4,37	7,47
,48	36,74	52,99	4,45	7,04	3,84	21,45	23,48	16,36	4,21	4,50	7,12
,34	36,99	53,37	4,50	7,20	3,87	21,62	23,16	16,71	4,29	4,22	6,76
,91	37,94	53,65	4,47	7,07	3,46	19,33	21,70	15,94	3,87	4,15	6,56
,01	**37,31**	**53,36**	**4,34**	**7,02**	**3,70**	**20,65**	**22,27**	**16,60**	**4,18**	**4,29**	**6,94**
,32	35,41	54,96	3,50	7,31	3,98	22,24	22,93	17,36	5,35	2,83	5,91
,13	35,11	55,40	3,69	7,53	4,06	22,68	24,60	16,50	5,26	2,88	5,88
,72	**35,26**	**55,18**	**3,59**	**7,42**	**4,02**	**22,46**	**23,76**	**16,93**	**5,30**	**2,85**	**5,89**
,54	34,53	54,75	2,97	7,21	3,41	19,05	21,14	16,13	5,22	2,67	6,48
,57	33,75	52,79	3,47	7,45	3,73	20,84	22,49	16,58	5,14	3,99	8,59
,55	**34,14**	**53,77**	**3,22**	**7,33**	**3,57**	**19,94**	**21,81**	**16,35**	**5,18**	**3,33**	**7,53**

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz =	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. – Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P$_2$O$_5$ in % der Substanz	Phosphorsäure = P$_2$O$_5$ in % der fettfreien Trockensubstanz	Phosphorsäure = P$_2$O$_5$ in % der
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
Linker Vordermittelfuß Nr. 17; prox. Gelenkkopf, präp.	92,70	7,30	19,66	73,04	49,16	67,30	43,54	19,83	27,15	40,
Linker Unterarm Nr. 17; prox. Gelenkkopf, präp.	94,43	5,57	33,03	61,40	37,04	60,33	57,39	14,84	24,17	40,
Linker Oberarm Nr. 17; prox. Gelenkkopf, präp.	94,36	5,64	50,81	43,55	26,96	61,90	67,40	10,91	25,05	40,
Linker Hintermittelfuß Nr. 17; prox. Gelenkkopf, präp.	93,74	6,26	22,42	71,32	48,00	67,30	45,74	18,83	26,40	39,
Linker Unterschenkel Nr. 17; prox. Gelenkkopf, präp.	94,18	5,82	40,07	54,11	33,81	62,48	60,37	12,95	23,93	38,
Linker Oberschenkel Nr. 17; prox. Gelenkkopf, präp.	94,79	5,21	44,27	50,52	32,31	63,95	62,48	12,31	24,37	38,
Mittel:	**94,03**	**5,97**	**35,04**	**58,99**	**37,88**	**63,88**	**56,15**	**14,94**	**25,18**	**39,**
Linker Vordermittelfuß Nr. 18; prox. Gelenkkopf, präp.	93,20	6,80	21,08	72,12	46,81	64,91	46,39	18,17	25,19	38,
Linker Unterarm Nr. 18; prox. Gelenkkopf, präp.	94,05	5,95	31,36	62,69	39,90	63,65	54,15	15,16	24,18	37,
Linker Oberarm Nr. 18; prox. Gelenkkopf, präp.	93,88	6,12	44,94	48,94	31,76	64,90	62,12	12,02	24,56	37
Linker Hintermittelfuß Nr. 18; prox. Gelenkkopf, präp.	93,14	6,86	20,55	72,59	47,70	65,71	45,44	18,55	25,55	38
Linker Unterschenkel Nr. 18; prox. Gelenkkopf, präp.	94,19	5,81	34,05	60,14	37,52	62,39	56,67	14,45	24,03	38
Linker Oberschenkel Nr. 18; prox. Gelenkkopf, präp.	93,87	6,13	39,41	54,46	34,60	63,53	59,97	13,66	25,08	39
Mittel:	**93,72**	**6,28**	**31,90**	**61,82**	**39,71**	**64,18**	**54,08**	**15,33**	**24,76**	**38**

(enkkopf präpariert).

Substanz	Kalk = CaO		Kohlensäure = CO_2		Stickstoff = N	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	Andere Mineralstoffe	
	in % der fettfreien Trocken-substanz	in % der Asche	in % der Substanz	in % der Asche	in % der Substanz					in % der Substanz	in % der Asche
	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
·02	36,99	54,96	3,36	6,88	3,84	21,45	20,52	18,42	5,26	2,31	4,70
·3	32,78	54,35	2,65	7,15	3,23	18,05	21,71	14,88	5,26	2,07	5,59
·89	34,19	55,23	2,04	7,41	2,43	13,58	14,55	16,70	5,58	1,16	4,30
·89	34,90	51,85	3,38	7,04	3,57	19,94	19,94	17,90	5,01	4,28	8,92
·46	34,11	54,60	2,74	8,10	2,95	16,48	17,56	16,80	5,45	2,40	7,10
·23	34,11	53,33	2,27	7,03	2,65	14,80	15,94	16,62	5,24	2,77	8,57
·44	**34,51**	**54,05**	**2,74**	**7,27**	**3,11**	**17,36**	**18,37**	**17,37**	**5,30**	**2,50**	**6,53**
·95	34,59	53,30	3,41	7,28	3,53	19,72	21,90	16,12	4,89	3,69	7,88
·50	34,30	53,88	2,95	7,39	3,19	17,82	19,84	16,08	5,09	3,24	8,13
·54	33,80	52,08	1,92	6,04	2,66	14,86	15,26	17,43	5,43	3,20	10,07
·36	34,94	53,17	3,30	6,92	3,50	19,55	21,59	16,21	4,82	3,79	7,94
·85	33,01	52,91	2,77	7,38	3,19	17,82	19,85	16,07	5,30	3,22	8,58
·02	34,02	54,97	2,62	7,57	2,77	15,47	17,24	16,07	5,09	1,92	5,55
1,20	**34,11**	**53,38**	**2,83**	**7,10**	**3,14**	**17,54**	**19,28**	**16,33**	**5,10**	**3,18**	**8,02**

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. — Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P		
								in % der Substanz	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
Linker Vordermittelfuß Nr. 17; dist. Gelenkkopf, präp.	92,52	7,48	23,70	68,82	44,85	65,17	47,67	18,10	26,30	40
Linker Unterarm Nr. 17; dist. Gelenkkopf, präp.	93,55	6,45	35,57	57,98	35,35	60,97	58,20	13,94	24,04	39
Linker Oberarm Nr. 17; dist. Gelenkkopf, präp.	93,77	6,23	40,54	53,23	35,46	66,62	58,31	13,85	26,02	39
Linker Hintermittelfuß Nr. 17; dist. Gelenkkopf, präp.	92,93	7,07	27,06	65,87	42,59	64,66	50,34	16,53	25,10	38
Linker Unterschenkel Nr. 17; dist. Gelenkkopf, präp.	92,56	7,44	20,78	71,78	45,55	63,46	47,01	17,60	24,55	38
Linker Oberschenkel Nr. 17; dist. Gelenkkopf, präp.	93,66	6,34	40,46	53,20	33,33	62,65	60,33	13,11	24,64	39
Mittel:	**93,16**	**6,84**	**31,35**	**61,81**	**39,52**	**63,92**	**53,64**	**15,52**	**25,11**	**39**
Linker Vordermittelfuß Nr. 18; dist. Gelenkkopf, präp.	92,58	7,42	22,50	70,08	44,45	63,38	48,13	16,91	24,13	38
Linker Unterarm Nr. 18; dist. Gelenkkopf, präp.	93,07	6,93	29,07	64,00	40,23	62,86	52,84	15,38	24,03	38
Linker Oberarm Nr. 18; dist. Gelenkkopf, präp.	94,25	5,75	30,79	63,46	40,96	64,54	53,29	15,99	25,20	39
Linker Hintermittelfuß Nr. 18; dist. Gelenkkopf, präp.	91,76	8,24	19,86	71,90	45,46	63,35	46,20	17,46	24,28	38
Linker Unterschenkel Nr. 18; dist. Gelenkkopf, präp.	92,23	7,77	15,33	76,90	48,76	63,41	43,47	19,19	24,95	39
Linker Oberschenkel Nr. 18; dist. Gelenkkopf, präp.	93,18	6,82	32,71	60,47	38,47	63,62	54,71	15,13	25,02	39
Mittel:	**92,84**	**7,16**	**25,04**	**67,80**	**43,05**	**63,53**	**49,77**	**16,68**	**24,60**	**38**

lenkkopf präpariert).

Substanz	Kalk = CaO in % der fettfreien Trockensubstanz	Kalk = CaO in % der Asche	Kohlensäure = CO_2 in % der Substanz	Kohlensäure = CO_2 in % der Asche	Stickstoff = N in % der Substanz	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	Andere Mineralstoffe in % der Substanz	Andere Mineralstoffe in % der Asche
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
9	34,57	53,07	3,28	7,31	3,93	21,96	20,69	18,99	5,71	2,96	6,60
75	32,34	53,04	2,56	7,24	3,18	17,77	20,07	15,84	5,48	2,66	7,53
16	36,00	54,04	2,68	7,56	2,54	14,19	15,09	16,83	4,77	2,45	6,90
74	33,01	51,05	3,26	7,65	3,62	20,22	20,02	18,08	5,49	4,32	10,13
40	33,99	53,57	3,35	7,35	3,81	21,29	22,88	16,65	5,31	3,53	7,75
91	33,66	53,73	2,64	7,92	2,99	16,70	17,23	17,35	5,62	2,31	6,94
,96	**33,93**	**53,08**	**2,96**	**7,50**	**3,34**	**18,69**	**19,33**	**17,29**	**5,40**	**3,04**	**7,64**
,52	33,56	52,91	3,20	7,20	3,69	20,62	22,43	16,45	5,26	4,02	9,05
,33	34,89	55,50	3,04	7,56	3,44	19,22	20,73	16,59	5,37	2,52	6,27
,78	34,32	53,17	2,42	5,91	3,14	17,54	20,08	15,64	4,95	3,19	7,79
,11	34,92	55,11	3,09	6,78	3,72	20,78	23,25	16,00	5,17	2,99	6,48
,59	34,58	54,55	3,81	7,81	3,97	22,18	24,33	16,32	5,16	2,98	6,09
,95	34,65	54,46	2,66	6,91	3,06	17,10	19,34	15,82	5,06	2,39	6,21
,38	**34,49**	**54,28**	**3,04**	**7,03**	**3,50**	**19,57**	**21,69**	**16,13**	**5,18**	**3,01**	**6,98**

Tabelle IV (Rückenwirbe

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. − Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P,		
								in % der Substanz	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
2. Rückenwirbelkörper Nr. 17, präp.	94,22	5,78	32,29	61,93	34,40	55,55	59,82	13,84	22,35	40
6. Rückenwirbelkörper Nr. 17, präp.	94,48	5,52	34,22	60,26	33,23	55,14	61,25	13,24	21,97	39
12. Rückenwirbelkörper Nr. 17, präp.	94,03	5,97	37,53	56,50	34,24	60,60	59,79	13,38	23,68	39
16. Rückenwirbelkörper Nr. 17, präp.	94,13	5,87	39,22	54,91	33,64	61,26	60,49	12,92	23,53	38
Mittel:	**94,21**	**5,78**	**35,81**	**58,40**	**33,88**	**58,14**	**60,34**	**13,34**	**22,88**	**39**
2. Rückenwirbelkörper Nr. 18, präp.	93,64	6,36	27,15	66,49	38,07	57,26	55,57	15,13	22,75	39
6. Rückenwirbelkörper Nr. 18, präp.	94,04	5,96	29,77	64,27	37,61	58,52	57,54	14,81	23,04	39
12. Rückenwirbelkörper Nr. 18, präp.	93,60	6,40	30,19	63,41	39,04	61,57	54,56	14,83	23,39	37
16. Rückenwirbelkörper Nr. 18, präp.	94,14	5,86	30,38	63,76	39,68	62,23	54,46	15,19	23,85	38
Mittel:	**93,85**	**6,15**	**29,37**	**64,48**	**38,60**	**59,89**	**55,28**	**14,99**	**23,26**	**38**
2. Rückenwirbeldornfortsatz Nr. 17, präp.	92,49	7,51	15,72	76,77	44,69	58,21	47,80	17,72	23,08	39
6. Rückenwirbeldornfortsatz Nr. 17, präp.	93,94	6,06	34,72	59,22	36,03	60,84	57,91	14,04	23,71	38
12. Rückenwirbeldornfortsatz Nr. 17, präp.	93,12	6,88	30,03	63,09	39,30	62,29	53,82	15,19	24,07	38
16. Rückenwirbeldornfortsatz Nr. 17, präp.	--	--	-	-	-	-	-	—	—	—
Mittel:	**93,18**	**6,82**	**26,82**	**66,36**	**40,01**	**60,45**	**53,18**	**15,65**	**23,62**	**39**
2. Rückenwirbeldornfortsatz Nr. 18, präp.	92,52	7,48	16,18	76,34	45,97	60,22	46,55	17,94	23,50	39
6. Rückenwirbeldornfortsatz Nr. 18, präp.	93,17	6,83	24,92	68,25	41,33	60,56	51,84	16,28	23,85	39
12. Rückenwirbeldornfortsatz Nr. 18, präp.	92,74	7,26	26,24	66,50	41,64	62,62	51,10	16,57	24,92	39
16. Rückenwirbeldornfortsatz Nr. 18, präp.	92,62	7,38	27,46	65,16	41,11	63,09	51,51	15,39	23,62	37
Mittel:	**92,76**	**7,24**	**23,70**	**69,06**	**42,51**	**61,62**	**50,25**	**16,54**	**23,97**	**38**
3. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. a	94,00	6,00	15,95	78,05	37,20	46,76	56,80	14,58	18,68	39
7. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. b	93,34	6,66	19,20	74,14	41,05	55,37	52,29	16,69	22,51	40
9. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. c	92,06	7,94	1,27	90,79	57,50	63,33	34,56	24,11	26,56	41
13. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. d	93,40	6,60	12,76	80,64	45,64	56,62	47,74	18,74	23,24	41
17. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. e	91,64	8,36	0,88	90,76	57,84	63,73	33,80	23,28	25,65	40
18. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. f	93,68	6,32	27,01	66,67	41,00	61,50	52,68	15,99	23,98	39
Mittel:	**93,02**	**6,98**	**12,84**	**80,18**	**46,71**	**57,88**	**46,31**	**18,90**	**23,44**	**40**

pariert und mazeriert).

Substanz	Kalk = CaO in % der fettfreien Trockensubstanz	Kalk = CaO in % der Asche	Kohlensäure — CO_2 in % der Substanz	Kohlensäure — CO_2 in % der Asche	Stickstoff = N in % der Substanz	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	Andere Mineralstoffe in % der Substanz	Andere Mineralstoffe in % der Asche
	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
...2	29,42	52,96	2,21	6,42	4,16	23,24	25,32	16,43	6,72	2,34	6,81
...3	30,02	56,06	2,29	6,89	3,87	21,62	24,74	15,64	6,42	1,35	4,10
...2	32,78	54,09	1,88	5,49	3,20	17,88	20,38	15,70	5,66	2,34	6,83
...9	31,12	50,80	2,01	5,97	3,26	18,21	19,26	16,92	5,94	3,66	10,79
...1	**31,06**	**53,48**	**2,10**	**6,19**	**3,62**	**20,24**	**22,42**	**16,17**	**6,18**	**2,42**	**7,13**
...5	30,45	53,19	2,41	6,33	4,14	23,13	26,01	15,92	6,23	2,69	7,07
...5	32,13	54,91	2,47	6,57	3,996	22,33	24,19	16,52	6,22	2,15	5,69
...9	34,21	55,56	2,55	6,53	3,75	20,95	21,82	17,19	5,91	2,52	6,45
...3	33,30	53,75	2,62	6,60	3,54	19,78	21,46	16,49	5,55	3,26	7,97
...95	**32,52**	**54,35**	**2,51**	**6,51**	**3,87**	**21,55**	**23,37**	**16,53**	**5,98**	**2,65**	**6,79**
...76	30,95	53,17	2,93	6,56	4,64	25,92	29,15	15,92	6,04	3,21	6,18
...98	33,74	55,45	2,34	6,49	3,44	19,22	20,85	16,50	5,81	2,01	5,58
	—		2,79	7,10	3,73	20,84	21,00	17,76	5,94	—	—
	-	—	—	—	—	—	—	—	—		—
...87	**32,34**	**54,31**	**2,69**	**6,72**	**3,94**	**21,99**	**23,66**	**16,73**	**5,93**	**2,61**	**5,88**
...30	31,83	52,86	3,57	7,76	4,43	25,03	26,80	16,53	5,80	3,73	8,12
...41	32,83	54,22	3,03	7,33	3,91	21,84	23,89	16,37	5,73	2,64	6,39
...22	34,92	55,76	2,96	7,11	3,54	19,78	21,90	16,16	5,32	1,85	4,45
...25	34,15	54,13	3,22	7,83	3,71	20,73	20,83	17,81	5,69	3,47	8,43
...04	**33,43**	**54,24**	**3,19**	**7,51**	**3,90**	**21,84**	**23,35**	**16,72**	**5,63**	**2,22**	**6,85**
...85	25,43	53,36	1,70	4,57	3,13	17,49	39,19	7,998	4,01	2,77	7,45
...06	29,75	53,71	2,02	4,92	3,48	19,44	31,07	11,20	4,69	2,30	5,58
...33	33,41	52,75	2,77	4,75	4,85	27,10	30,52	15,89	5,34	3,06	5,32
...99	29,75	52,54	1,91	4,18	3,89	21,73	33,07	11,76	4,82	2,93	6,42
...15	34,32	53,85	2,97	5,13	4,604	25,72	29,95	15,37	5,07	3,41	5,90
...33	33,49	54,46	2,38	5,80	3,69	20,69	23,29	15,84	5,53	2,68	6,54
...95	**31,02**	**53,44**	**2,29**	**4,89**	**3,94**	**22,03**	**31,18**	**13,01**	**4,91**	**2,86**	**6,20**

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz =	Wasser in % der Substanz =	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. – Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst. =	Glühverlust	Phosphorsäure = in % der Substanz	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	1
2. linke Rippe Nr. 17, präp.	92,02	7,98	17,76	74,26	43,45	58,51	48,57	16,82	22,65	38
6. linke Rippe Nr. 17, präp.	92,58	7,42	24,09	68,49	42,70	62,34	49,88	16,89	24,66	39
12. linke Rippe Nr. 17, präp.	92,20	7,80	23,02	69,18	43,19	62,43	49,01	17,30	25,01	40
16. linke Rippe Nr. 17, präp.	92,89	7,11	24,13	68,76	43,31	62,99	49,58	17,01	24,74	39
Mittel:	**92,42**	**7,58**	**22,25**	**70,17**	**43,16**	**61,57**	**49,26**	**17,00**	**24,26**	**39**
2. rechte Rippe Nr. 17, präp.	92,57	7,43	17,28	75,29	44,23	58,75	48,34	17,33	23,15	39
6. rechte Rippe Nr. 17, präp.	92,96	7,04	21,90	71,06	43,24	60,85	49,72	17,30	24,35	40
12. rechte Rippe Nr. 17, präp.	92,42	7,58	23,10	69,32	43,02	62,06	49,40	16,34	23,57	37
16. rechte Rippe Nr. 17, präp.	91,54	8,46	21,62	69,92	43,69	62,49	47,85	17,27	24,70	39
Mittel:	**92,37**	**7,63**	**20,97**	**71,40**	**43,54**	**61,04**	**48,83**	**17,06**	**23,94**	**39**
2. linke Rippe Nr. 18, präp.	92,25	7,75	15,44	76,81	46,73	60,84	45,52	17,97	23,39	38
6. linke Rippe Nr. 18, präp.	93,35	6,65	20,44	72,91	44,72	61,33	48,63	17,62	24,17	39
12. linke Rippe Nr. 18, präp.	92,87	7,13	17,23	75,64	47,40	62,80	45,37	18,80	24,85	39
16. linke Rippe Nr. 18, präp.	92,68	7,32	19,08	73,60	46,83	63,63	45,85	18,36	24,95	39
Mittel:	**92,79**	**7,21**	**18,05**	**74,74**	**46,42**	**62,15**	**46,34**	**18,19**	**24,34**	**39**
2. rechte Rippe Nr. 18, präp.	93,30	6,70	16,41	76,89	46,66	60,86	46,64	15,39	23,02	39
6. rechte Rippe Nr. 18, präp.	93,03	6,97	19,90	73,13	45,18	61,78	47,85	18,13	24,79	40
12. rechte Rippe Nr. 18, präp.	92,36	7,64	17,53	74,83	47,38	63,32	44,98	18,55	24,79	39
16. rechte Rippe Nr. 18, präp.	92,17	7,83	18,04	74,13	46,64	62,92	45,53	18,22	24,56	39
Mittel:	**92,71**	**7,29**	**17,97**	**74,74**	**46,46**	**62,22**	**46,25**	**17,57**	**24,51**	**39**
3. rechte Rippe Nr. 17, maz. a	92,45	7,55	10,53	81,92	45,38	55,39	47,07	17,81	21,74	39
7. rechte Rippe Nr. 17, maz. b	92,21	7,79	12,85	79,36	47,98	60,46	44,23	19,19	24,18	39
9. rechte Rippe Nr. 17, maz. c	92,14	7,86	0,87	91,27	58,57	64,17	33,57	23,79	25,97	40
13. rechte Rippe Nr. 17, maz. d	92,35	7,65	7,28	85,07	49,93	58,69	42,42	19,95	24,63	39
17. rechte Rippe Nr. 17, maz. e	91,55	8,45	0,61	90,94	57,49	63,22	34,06	22,83	25,10	39
18. rechte Rippe Nr. 17, maz. f	91,90	8,10	7,41	84,49	53,06	62,80	38,84	21,11	24,98	39
Mittel:	**92,10**	**7,90**	**6,59**	**85,51**	**52,07**	**60,79**	**40,03**	**20,76**	**24,43**	**39**

piert und mazeriert).

	Kalk = CaO		Kohlensäure = CO_2		Stickstoff = N	Protein (Faktor 5,687)	Leim Spalte 1 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	Andere Mineralstoffe	
	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der Asche	in % der Substanz	in % der Asche	in % der Substanz					in % der Substanz	in % der Asche
	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
3	31,56	53,93	3,02	6,95	4,46	24,92	27,79	16,05	6,01	3,20	7,35
	33,99	54,38	2,84	6,65	3,95	22,02	22,95	17,21	5,77	2,59	6,07
	33,50	53,76	3,03	7,01	3,76	21,01	22,96	16,38	5,43	2,67	6,19
	34,35	54,54	3,07	7,09	3,75	20,95	22,38	16,76	5,45	2,68	6,19
	33,34	**54,15**	**2,99**	**6,92**	**3,98**	**22,22**	**24,02**	**16,60**	**5,66**	**2,78**	**6,45**
	31,73	54,01	3,00	6,78	4,41	24,61	28,06	15,72	5,86	3,01	6,81
	32,48	53,38	2,92	6,75	4,06	22,68	24,90	16,31	5,71	2,86	6,61
	33,41	53,83	2,93	6,81	3,83	21,40	23,37	16,39	5,52	3,52	8,18
5	32,82	52,53	3,02	6,75	3,99	22,29	23,21	17,19	5,71	3,47	7,94
7	**32,61**	**53,44**	**2,97**	**6,77**	**4,07**	**22,75**	**24,88**	**16,40**	**5,70**	**3,21**	**7,38**
0	32,03	52,64	3,38	7,23	4,33	24,19	26,70	16,22	5,64	4,16	8,91
6	31,76	51,79	2,93	6,55	4,06	22,68	25,26	16,07	5,57	3,94	8,81
4	33,90	53,98	3,35	7,05	4,01	22,40	24,79	16,18	5,30	3,06	6,44
23	34,28	53,88	3,04	6,49	3,99	22,39	23,73	16,81	5,42	3,24	6,91
36	**32,99**	**53,07**	**3,17**	**6,83**	**4,10**	**22,91**	**25,12**	**16,32**	**5,48**	**3,60**	**7,77**
99	31,20	51,41	2,98	6,39	4,45	24,86	27,25	16,33	5,79	4,28	9,18
85	32,61	52,79	2,96	6,55	4,13	23,07	24,99	16,53	5,65	3,20	7,08
36	33,89	53,52	3,16	6,67	4,02	22,46	24,29	16,55	5,37	3,47	7,32
50	34,40	54,68	3,33	7,14	4,09	22,85	24,16	16,94	5,52	2,92	6,26
67	**33,02**	**53,10**	**3,11**	**6,69**	**4,17**	**23,31**	**25,17**	**16,59**	**5,58**	**3,47**	**7,46**
54	29,96	54,08	2,38	5,24	3,80	21,23	34,16	11,12	4,64	3,03	6,67
92	32,66	54,02	2,75	5,73	3,80	21,23	28,63	13,27	4,79	2,87	5,98
57	34,59	53,90	3,34	5,70	4,67	26,09	29,36	15,91	5,12	3,30	5,64
52	32,40	55,22	2,85	5,71	4,13	23,07	32,29	12,79	4,85	2,41	4,81
57	34,71	54,91	3,64	6,33	4,88	27,26	29,81	16,37	5,37	3,09	5,38
95	34,26	54,56	3,32	6,26	4,56	25,48	28,11	16,22	5,40	3,00	5,66
34	**32,76**	**54,45**	**3,05**	**5,83**	**4,31**	**24,06**	**30,39**	**14,28**	**5,03**	**2,95**	**5,69**

Tabelle VI (Diaphysensubstanz mazarier

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. – Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P		
								in % der Substanz	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	1
Rechter Vordermittelfuß Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. c	94,03	5,97	2,05	91,98	63,78	69,34	30,25	26,10	28,37	4
Rechter Unterarm Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. b	93,53	6,47	1,34	92,19	63,48	68,86	30,05	25,30	27,44	3
Rechter Oberarm Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. a	92,44	7,56	5,82	86,62	59,91	69,16	32,53	24,02	27,73	4
Rechter Hintermittelfuß Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. d ...	92,42	7,58	2,03	90,39	63,45	70,19	28,97	25,84	28,59	4
Rechter Unterschenkel Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. e	93,78	6,22	0,65	93,13	65,26	70,07	28,52	26,29	28,23	4
Rechter Oberschenkel Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. f	93,76	6,24	2,41	91,35	65,63	71,84	28,13	26,29	28,78	4
Mittel:	**93,33**	**6,67**	**2,38**	**90,94**	**63,58**	**69,91**	**29,74**	**25,64**	**28,19**	**4**
Rechter Vordermittelfuß Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. c	93,89	6,11	0,49	93,40	65,70	70,30	28,19	26,42	28,29	4
Rechter Unterarm Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. b	92,89	7,11	1,12	91,17	63,93	70,12	28,96	25,87	28,40	4
Rechter Oberarm Nr. 18; Diaphysensbustanz, maz. a	93,55	6,45	5,04	88,51	60,56	68,42	32,99	24,40	27,59	4
Rechter Hintermittelfuß Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. d ...	92,74	7,26	0,96	91,78	64,30	70,06	28,44	26,32	28,68	4
Rechter Unterschenkel Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. e	93,72	6,28	0,38	93,34	65,21	69,86	28,51	26,38	28,26	4
Rechter Oberschenkel Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. f	94,11	5,89	2,77	91,34	65,20	71,38	28,91	26,41	28,91	4
Mittel:	**93,48**	**6,52**	**1,79**	**91,59**	**64,15**	**70,02**	**29,33**	**25,97**	**28,35**	**4**
Rechtes Schulterblatt Nr. 17; aus der vorderen Mitte, maz. e ..	91,92	8,08	0,76	91,16	58,05	63,68	33,87	22,80	25,01	3
Rechtes Schulterblatt Nr. 18; aus der vorderen Mitte, maz. e ..	92,24	7,76	1,34	90,90	59,47	65,42	32,77	23,25	25,58	3
Mittel:	**92,08**	**7,92**	**1,05**	**91,03**	**58,76**	**64,55**	**33,32**	**23,02**	**25,29**	**3**
Rechtes Schulterblatt Nr. 17; Gelenkkopf, maz. e	92,37	7,63	0,82	91,55	59,98	65,52	32,29	23,63	25,81	3
Rechtes Schulterblatt Nr. 18; Gelenkkopf, maz. e	92,73	7,27	0,66	92,07	60,30	65,49	32,43	23,38	25,39	3
Mittel:	**92,55**	**7,45**	**0,74**	**91,81**	**60,14**	**65,50**	**32,36**	**23,50**	**25,60**	**3**

nulterblatt mazeriert).

Substanz	Kalk = CaO in % der fettfreien Trocken-substanz	Kalk = CaO in % der Asche	Kohlensäure = CO_2 in % der Substanz	Kohlensäure = CO_2 in % der Asche	Stickstoff = N in % der Substanz	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	Andere Mineralstoffe in % der Substanz	Andere Mineralstoffe in % der Asche
2.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
6	37,79	54,50	4,33	6,79	3,94	22,01	23,87	16,38	4,28	2,92	4,58
4	37,14	53,94	4,50	7,09	4,09	22,85	24,21	16,89	4,44	3,94	6,21
86	36,77	53,18	4,04	6,74	3,67	20,50	22,67	16,28	4,24	4,03	6,73
15	37,78	53,82	4,28	6,74	3,94	22,01	22,66	17,39	4,36	3,46	5,40
83	37,40	53,37	4,28	6,56	4,08	22,79	23,59	17,29	4,38	4,14	6,35
83	38,13	53,07	4,29	6,54	3,62	20,22	21,43	16,89	3,96	4,51	5,87
.11	**37,50**	**53,65**	**4,29**	**6,74**	**3,89**	**21,73**	**23,07**	**16,85**	**4,28**	**3,83**	**5,86**
23	37,72	53,62	4,24	6,45	3,99	22,29	23,46	17,01	4,27	4,05	6,17
90	37,18	53,03	4,29	6,71	3,997	22,33	22,95	17,41	4,38	4,16	6,50
67	36,91	53,95	3,92	6,47	3,75	20,95	24,03	15,60	4,24	3,49	5,76
60	36,61	52,25	4,23	6,58	3,88	21,68	23,25	16,69	4,23	4,38	6,82
74	37,22	53,27	4,08	6,26	4,07	22,74	24,05	16,92	4,79	4,09	6,28
88	38,19	53,50	4,13	6,33	3,53	19,72	22,01	16,04	3,86	3,91	5,99
4,17	**37,30**	**53,27**	**4,15**	**6,46**	**3,87**	**21,62**	**23,29**	**16,61**	**4,29**	**4,01**	**6,25**
70	34,77	54,61	3,68	6,34	4,82	26,93	29,43	16,38	5,29	3,55	6,11
2,12	35,33	54,01	4,00	6,73	4,47	24,97	27,43	16,30	4,92	4,10	6,90
1,91	**35,05**	**54,31**	**3,84**	**6,53**	**4,64**	**25,95**	**28,43**	**16,34**	**5,10**	**3,82**	**6,50**
2,53	35,53	54,23	3,60	6,00	4,63	25,87	27,97	16,55	5,06	3,82	6,33
2,53	35,33	53,95	3,92	6,50	4,70	26,65	27,85	17,13	5,18	4,39	7,28
2,53	**35,43**	**54,09**	**3,76**	**6,25**	**4,66**	**26,26**	**27,91**	**16,84**	**5,12**	**4,10**	**6,80**

Tabelle VII (proximale

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. – Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P_2 in % der Substanz	Phosphorsäure = P_2 in % der fettfreien Trockensubstanz	Phosphorsäure = P_2 in % der Asche
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
Rechter Vordermittelfuß Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. c	92,98	7,02	1,03	91,95	60,83	66,15	32,15	25,02	27,21	41,
Rechter Unterarm Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. b	93,52	6,48	21,03	72,49	46,20	63,87	47,32	18,26	25,19	39,
Rechter Oberarm Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. a	90,27	9,73	37,06	53,21	30,49	57,30	59,78	11,93	22,42	39,
Rechter Hintermittelfuß Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. d ...	91,59	8,41	10,20	81,39	50,16	61,63	41,43	20,31	24,95	40,
Rechter Unterschenkel Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. e	91,86	8,14	0,60	91,26	59,54	65,28	32,32	23,73	26,00	39,
Rechter Oberschenkel Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. f	92,80	7,20	17,43	75,37	49,08	65,12	43,72	19,06	26,62	38,
Mittel:	**92,17**	**7,83**	**14,56**	**77,61**	**49,38**	**63,22**	**42,79**	**19,72**	**25,40**	**39,**
Rechter Vordermittelfuß Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. c	92,75	7,25	0,84	91,91	60,62	65,95	32,13	24,11	26,23	39,
Rechter Unterarm Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. b	92,27	7,73	11,45	80,82	52,45	64,90	39,82	20,97	25,95	39,
Rechter Oberarm Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. a	93,04	6,96	32,97	60,07	34,63	57,65	58,41	13,60	22,64	39,
Rechter Hintermittelfuß Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. d . .	91,81	8,19	6,79	85,02	56,54	66,50	35,27	22,19	26,10	39,
Rechter Unterschenkel Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. e	92,16	7,84	0,43	91,73	59,76	65,14	32,40	23,57	25,69	39,
Rechter Oberschenkel Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. f	93,45	6,55	13,26	80,19	51,56	64,30	41,89	21,04	26,24	40,
Mittel:	**92,58**	**7,42**	**10,96**	**81,62**	**52,59**	**64,07**	**39,99**	**20,91**	**25,47**	**39,**

(enkkopf mazeriert).

Substanz	Kalk = CaO		Kohlensäure = CO_2		Stickstoff = N	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung	N-Berechnung	Andere Mineralstoffe	
	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der Asche	in % der Substanz	in % der Asche	in % der Substanz			in % des Leims	in % der fettfr. Trockensubst.	in % der Substanz	in % der Asche
1.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
38	30,52	55,20	3,74	6,15	4,55	25,42	27,38	16,61	4,95	2,23	3,67
10	34,98	54,85	2,76	5,97	3,59	20,06	23,53	15,26	4,95	2,58	5,65
12	31,99	55,82	1,63	5,34	2,48	13,86	21,09	11,76	4,66	1,54	5,05
10	33,05	53,83	2,84	5,66	3,64	20,34	28,39	12,82	4,47	2,85	5,68
26	35,35	54,18	3,86	6,48	4,55	25,42	27,80	16,37	4,99	3,95	5,97
13	36,00	55,28	2,94	5,99	3,68	20,56	23,35	15,76	4,88	2,89	5,89
06	**34,65**	**54,86**	**2,96**	**5,93**	**3,75**	**20,94**	**25,26**	**14,76**	**4,82**	**2,67**	**5,32**
67	35,54	53,89	3,68	6,07	4,64	25,92	27,61	16,80	5,05	3,84	6,34
05	34,71	53,48	3,13	5,97	3,97	22,18	25,24	15,73	4,91	3,43	6,54
88	31,43	54,52	1,78	5,14	2,75	15,36	23,66	11,62	4,58	2,15	6,21
10	34,23	51,47	3,39	5,996	4,21	23,52	25,08	16,79	4,95	5,25	9,28
39	35,29	54,20	4,07	6,81	4,67	26,09	27,90	16,70	5,09	3,80	6,36
98	34,89	54,27	3,45	6,69	3,80	21,23	25,18	15,09	4,74	2,54	4,92
18	**34,35**	**53,64**	**3,25**	**6,11**	**4,01**	**22,38**	**25,78**	**15,45**	**4,89**	**3,50**	**6,61**

Tabelle VIII (distale

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. – Fett. = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P		
								in % der Substanz	in % ner fettfreien Trocken-substanz	in % der
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
Rechter Vordermittelfuß Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. c	92,71	7,29	0,80	91,91	59,66	64,91	33,05	24,01	26,12	40,
Rechter Unterarm Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. b	92,59	7,41	7,66	84,93	53,72	63,25	38,87	21,04	24,77	39,
Rechter Oberarm Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. a	92,35	7,65	24,81	67,54	40,97	60,66	51,38	16,18	23,96	39,
Rechter Hintermittelfuß Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. d ...	91,07	8,93	6,06	85,01	50,69	59,64	40,38	20,43	24,03	40,
Rechter Unterschenkel Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. e	92,79	7,21	0,43	92,36	60,39	65,38	32,40	23,73	25,69	39,
Rechter Oberschenkel Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. f	93,08	6,92	25,47	67,61	43,70	64,78	49,38	16,95	25,07	38,
Mittel:	**92,43**	**7,57**	**10,87**	**81,56**	**51,52**	**63,13**	**40,91**	**20,39**	**24,94**	**39**
Rechter Vordermittelfuß Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. c	91,86	8,14	0,78	91,08	58,55	64,28	33,31	23,31	25,59	39
Rechter Unterarm Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. b	91,59	8,41	6,66	84,93	53,09	62,51	38,50	21,33	25,13	40
Rechter Oberarm Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. a	93,26	6,74	18,53	74,73	46,86	62,71	46,40	18,39	24,61	39
Rechter Hintermittelfuß Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. d ...	90,93	9,07	5,07	85,86	52,44	61,08	38,49	20,66	24,06	39
Rechter Unterschenkel Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. e	92,78	7,22	0,53	92,25	60,15	65,20	32,63	23,73	25,72	39
Rechter Oberschenkel Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. f	93,40	6,60	12,55	80,85	52,56	65,01	40,84	21,04	26,02	40
Mittel:	**92,30**	**7,70**	**7,35**	**84,95**	**53,94**	**63,46**	**38,36**	**21,41**	**25,19**	**39**

(enkkopf mazeriert).

Substanz	Kalk = CaO		Kohlensäure = CO_2		Stickstoff = N	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung	N-Berechnung	Andere Mineralstoffe	
	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der Asche	in % der Substanz	in % der Asche	in % der Substanz			in % des Leims	in % der fettfr. Trockensubst.	in % der Substanz	in % der Asche
1.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
07	35,98	55,43	3,66	6,13	4,64	25,92	28,59	16,23	5,05	2,58	4,33
70	34,97	55,29	3,27	6,09	4,19	23,41	27,94	15,00	4,93	2,98	5,54
08	33,58	55,36	2,22	5,42	3,23	18,05	24,35	13,26	4,78	2,11	5,15
27	32,08	53,80	2,74	5,40	4,01	22,40	31,58	12,70	4,72	2,99	5,90
7	35,37	54,10	3,96	6,56	4,57	25,53	28,01	16,31	4,95	3,99	6,61
76	35,14	54,37	2,84	6,50	3,37	18,83	21,07	15,99	4,98	2,99	6,84
19	**34,52**	**54,72**	**3,11**	**6,02**	**4,00**	**22,36**	**26,92**	**14,91**	**4,90**	**2,94**	**5,73**
67	35,87	55,80	3,75	6,40	4,70	26,26	28,78	16,32	5,16	2,57	4,39
05	33,03	52,83	3,28	6,18	4,15	23,19	28,56	14,53	4,89	3,71	6,99
09	33,57	53,54	2,62	5,59	3,69	20,62	25,25	14,61	4,94	3,38	7,22
60	32,14	52,63	3,23	6,16	4,30	24,02	30,19	14,24	5,01	4,18	7,97
26	34,97	53,63	4,22	7,01	4,69	26,20	27,88	16,82	5,08	4,16	6,91
53	35,29	54,28	3,61	6,87	3,91	21,84	24,68	15,84	4,84	2,99	5,69
,03	**34,14**	**53,78**	**3,45**	**6,37**	**4,24**	**23,69**	**27,56**	**15,39**	**4,99**	**3,50**	**6,53**

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. Fett freie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P in % der Substanz	Phosphorsäure = P in % der fettfreien Trockensubstanz	Phosphorsäure = P in % der
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	1
Rechter Vordermittelfuß Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. c	94,03	5,97	2,05	91,98	63,78	69,34	30,25	26,10	28,37	40
Rechter Vordermittelfuß Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. c	93,89	6,11	0,49	93,40	65,70	70,30	28,19	26,42	28,29	40
Rechter Vordermittelfuß Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. c	92,98	7,02	1,03	91,95	60,83	66,15	32,15	25,02	27,21	41
Rechter Vordermittelfuß Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. c	92,75	7,25	0,84	91,91	60,62	65,95	32,13	24,11	26,23	39
Rechter Vordermittelfuß Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. c	92,71	7,29	0,80	91,91	59,66	64,91	33,05	24,01	26,12	40
Rechter Vordermittelfuß Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. c	91,86	8,14	0,78	91,08	58,55	64,28	33,31	23,31	25,59	39
9. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. c	92,66	7,94	1,27	90,79	57,50	63,33	34,56	24,11	26,56	41
9. rechte Rippe Nr. 17, maz. c	92,14	7,86	0,87	91,27	58,57	64,17	33,57	23,70	25,97	40
Mittel:	**92,80**	**7,20**	**1,02**	**91,78**	**60,65**	**66,05**	**32,15**	**24,60**	**26,79**	**40**
Rechter Unterarm Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. b	93,53	6,47	1,34	92,19	63,48	68,86	30,05	25,30	27,44	39
Rechter Unterarm Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. b	92,89	7,11	1,12	91,77	63,93	69,66	28,96	25,87	28,19	40
Rechter Unterarm Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. b	93,52	6,48	21,03	72,49	46,20	63,87	47,32	18,26	25,19	39
Rechter Unterarm Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. b	92,27	7,73	11,45	80,82	52,45	64,90	39,82	20,97	25,95	39
Rechter Unterarm Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. b	92,59	7,41	7,66	84,93	53,72	63,25	38,87	21,04	24,77	39
Rechter Unterarm Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. b	91,59	8,41	6,66	84,93	53,09	62,51	38,50	21,33	25,13	40
7. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. b	93,34	6,66	19,20	74,14	41,05	55,37	52,29	16,69	22,51	40
7. rechte Rippe Nr. 17, maz. b	92,21	7,79	12,85	79,36	47,98	60,46	44,23	19,19	24,18	39
Mittel:	**92,74**	**7,26**	**10,16**	**82,58**	**52,74**	**64,61**	**40,00**	**21,08**	**25,42**	**39**

(ziert c und b).

Substanz	Kalk = CaO in % der fettfreien Trockensubstanz	Kalk = CaO in % der Asche	Kohlensäure = CO_2 in % der Substanz	Kohlensäure = CO_2 in % der Asche	Stickstoff = N in % der Substanz	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	Andere Mineralstoffe in % der Substanz	Andere Mineralstoffe in % der Asche
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
4,76	37,79	54,50	4,33	6,79	3,94	22,01	23,87	16,38	4,28	2,92	4,58
4,83	37,72	53,62	4,24	6,45	3,99	22,29	23,46	17,01	4,27	4,05	6,17
4,38	36,52	55,20	3,74	6,15	4,55	25,42	27,38	16,61	4,95	2,23	3,67
4,07	35,54	53,89	3,68	6,07	4,64	25,92	27,61	16,80	5,05	3,84	6,34
4,07	35,98	55,43	3,66	6,13	4,64	25,92	28,59	16,23	5,05	2,58	4,33
4,67	35,87	55,80	3,75	6,40	4,70	26,26	28,78	16,32	5,16	2,57	4,39
4,33	33,41	52,75	2,77	4,75	4,85	27,10	30,52	15,89	5,34	3,06	5,32
4,57	34,59	53,90	3,34	5,70	4,67	26,09	29,36	15,91	5,12	3,30	5,64
4,98	**35,93**	**54,39**	**3,69**	**6,05**	**4,50**	**25,13**	**27,44**	**16,49**	**4,90**	**3,07**	**5,05**
4,24	37,14	53,94	4,50	7,09	4,09	22,85	24,21	16,89	4,44	3,94	6,21
4,90	36,94	53,03	4,29	6,71	3,997	22,33	23,55	16,97	4,35	4,16	6,50
5,36	34,98	54,85	2,76	5,97	3,59	20,06	23,53	15,26	4,95	2,58	5,65
5,05	34,71	53,48	3,13	5,97	3,97	22,18	25,24	15,73	4,91	3,43	6,54
5,70	34,97	55,29	3,27	6,09	4,19	23,41	27,94	15,00	4,93	2,98	5,54
5,05	33,03	52,83	3,28	6,18	4,15	23,19	28,56	14,53	4,89	3,71	6,99
5,06	29,75	53,71	2,02	4,92	3,48	19,44	31,07	11,20	4,69	2,30	5,58
5,92	32,66	54,02	2,75	5,73	3,80	21,23	28,63	13,27	4,79	2,87	5,98
5,41	**34,27**	**53,89**	**3,25**	**6,08**	**3,91**	**21,84**	**26,59**	**14,86**	**4,74**	**3,25**	**6,12**

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. – Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P_2		
								in % der Substanz	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der Asche
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
Rechter Oberarm Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. a	92,44	7,56	5,82	86,62	59,91	69,16	32,53	24,02	27,73	40,
Rechter Oberarm Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. a	93,55	6,45	5,04	88,51	60,56	68,42	32,99	24,40	27,59	40,
Rechter Oberarm Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. a	90,27	9,73	37,06	53,21	30,49	57,30	59,78	11,93	22,42	39,
Rechter Oberarm Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. a	93,04	6,96	32,97	60,07	34,63	57,65	58,41	13,60	22,64	39,
Rechter Oberarm Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. a	92,35	7,65	24,81	67,54	40,97	60,66	51,38	16,18	23,96	39,
Rechter Oberarm Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. a	93,26	6,74	18,53	74,73	46,86	62,71	46,40	18,39	24,61	39,
3. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. a	94,00	6,00	15,95	78,05	37,20	47,66	56,80	14,58	18,68	39,
3. rechte Rippe Nr. 17, maz. a	92,45	7,55	10,53	81,92	45,38	55,39	47,07	17,81	21,74	39,
Mittel:	**92,67**	**7,33**	**18,84**	**73,83**	**44,50**	**59,87**	**48,17**	**17,61**	**23,67**	**39,**
Rechter Hintermittelfuß Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. d ...	92,42	7,58	2,03	90,39	63,45	70,19	28,97	25,84	28,59	40,
Rechter Hintermittelfuß Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. d ...	92,74	7,26	0,96	91,78	64,30	70,06	28,44	26,32	28,68	40,
Rechter Hintermittelfuß Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. d ...	91,59	8,41	10,20	81,39	50,16	61,63	41,43	20,31	24,95	40,
Rechter Hintermittelfuß Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. d ...	91,81	8,19	6,79	85,02	56,54	66,50	35,27	22,19	26,10	39,
Rechter Hintermittelfuß Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. d ...	91,07	8,93	6,06	85,01	50,69	59,63	40,38	20,43	24,03	40,
Rechter Hintermittelfuß Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. d ...	90,93	9,07	5,07	85,86	52,44	61,08	38,49	20,66	24,06	39,
13. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. d	93,40	6,60	12,76	80,64	45,66	56,62	47,74	18,74	23,24	41,
13. rechte Rippe Nr. 17, maz. d	92,35	7,65	7,28	85,07	49,93	58,69	42,42	19,95	24,63	39,9
Mittel:	**92,04**	**7,96**	**6,39**	**85,65**	**54,15**	**63,05**	**37,89**	**21,80**	**25,53**	**40,**

ızeriert a und d).

Substanz	Kalk = CaO in % der fettfreien Trockensubstanz	Kalk = CaO in % der Asche	Kohlensäure = CO_2 in % der Substanz	Kohlensäure = CO_2 in % der Asche	Stickstoff = N in % der Substanz	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	Andere Mineralstoffe in % der Substanz	Andere Mineralstoffe in % der Asche
.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
889	36,77	53,18	4,04	6,74	3,67	20,50	22,67	16,19	4,24	4,03	6,73
87	36,91	53,95	3,92	6,47	3,75	20,95	24,03	15,60	4,24	3,49	5,76
2	31,99	55,82	1,63	5,34	2,48	13,86	21,09	11,76	4,66	1,54	5,05
8	31,43	54,52	1,78	5,14	2,75	15,36	23,66	11,62	4,58	2,15	6,21
38	33,58	55,36	2,22	5,42	3,23	18,05	24,35	13,26	4,78	2,11	5,15
99	33,57	53,54	2,62	5,59	3,69	20,62	25,25	14,61	4,94	3,38	7,22
85	25,43	53,36	1,70	4,57	3,13	17,49	39,15	7,99	4,01	2,77	7,45
54	29,96	54,08	2,38	5,24	3,80	21,23	34,10	11,12	4,64	3,03	6,67
,07	**32,45**	**54,23**	**2,54**	**5,56**	**3,31**	**18,51**	**26,79**	**12,78**	**4,51**	**2,81**	**6,28**
15	37,78	53,82	4,28	6,74	3,94	22,01	22,66	17,39	4,36	3,46	5,40
60	36,61	52,25	4,23	6,58	3,88	21,68	23,25	16,69	4,23	4,38	6,82
00	33,05	53,83	2,84	5,66	3,64	20,34	28,39	12,82	4,47	2,85	5,68
10	34,23	51,47	3,39	5,996	4,21	23,52	25,08	16,79	4,95	5,25	9,28
27	32,08	53,80	2,74	5,40	4,01	22,40	31,58	12,70	4,72	2,99	5,90
00	32,14	52,63	3,23	6,16	4,30	24,02	30,19	14,24	5,01	4,18	7,97
99	29,75	52,54	1,91	4,18	3,89	21,73	33,07	11,76	4,82	2,93	6,42
37	32,40	55,22	2,85	5,71	4,13	23,07	32,29	12,79	4,85	2,41	4,81
,78	**33,50**	**53,19**	**3,18**	**5,80**	**4,00**	**22,35**	**28,31**	**14,40**	**4,68**	**3,56**	**6,54**

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz =	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. – Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P_2		
								in % der Substanz	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der A
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
Rechter Unterschenkel Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. e	93,78	6,22	0,65	93,13	65,26	70,07	28,52	26,29	28,23	40,
Rechter Unterschenkel Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. e	93,72	6,28	0,38	93,34	65,21	69,86	28,51	26,38	28,26	40,
Rechter Unterschenkel Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. e	91,86	8,14	0,60	91,26	59,54	65,24	32,32	23,73	26,00	39,
Rechter Unterschenkel Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. e	92,16	7,84	0,43	91,73	59,76	65,14	32,40	23,57	25,69	39,
Rechter Unterschenkel Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. e	92,79	7,21	0,43	92,36	60,39	65,38	32,40	23,73	25,69	39,
Rechter Unterschenkel Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. e	92,78	7,22	0,53	92,25	60,15	65,20	32,63	23,73	25,72	39,
Rechtes Schulterblatt Nr. 17; Gelenkk., maz. e	92,37	7,63	0,82	91,55	59,98	65,52	32,39	23,63	25,81	39,
Rechtes Schulterblatt Nr. 18; Gelenkk., maz. e	92,73	7,27	0,66	92,07	60,30	65,49	32,43	23,38	25,39	38,
Rechtes Schulterblatt Nr. 17; aus der vorderen Mitte, maz. e ..	91,92	8,08	0,76	91,16	58,05	63,68	33,87	22,80	25,01	39,
Rechtes Schulterblatt Nr. 18; aus der vorderen Mitte, maz. e ..	92,24	7,76	1,34	90,90	59,47	65,42	32,77	23,25	25,58	39,
17. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. e	91,64	8,36	0,88	90,76	57,84	63,73	33,80	23,28	25,65	40,
17. rechte Rippe Nr. 17, maz. e	91,55	8,45	0,61	90,94	57,49	63,22	34,06	22,83	25,10	39,
Mittel:	**92,46**	**7,54**	**0,67**	**91,79**	**60,29**	**65,66**	**32,17**	**23,88**	**26,01**	**39,**
Rechter Oberschenkel Nr. 17; Diaphysensubstanz, maz. f	93,76	6,24	2,41	91,35	65,63	71,84	28,13	26,29	28,78	40,
Rechter Oberschenkel Nr. 18; Diaphysensubstanz, maz. f	94,11	5,89	2,77	91,34	65,20	71,38	28,91	26,41	28,91	40,
Rechter Oberschenkel Nr. 17; prox. Gelenkkopf, maz. f	92,80	7,20	17,43	75,37	49,08	65,12	43,72	19,06	26,62	38,
Rechter Oberschenkel Nr. 18; prox. Gelenkkopf, maz. f	93,45	6,55	13,26	80,19	51,56	64,30	41,89	21,04	26,24	40,
Rechter Oberschenkel Nr. 17; dist. Gelenkkopf, maz. f	93,08	6,92	25,47	67,61	43,70	64,63	49,38	16,99	25,07	38,
Rechter Oberschenkel Nr. 18; dist. Gelenkkopf, maz. f	93,40	6,60	12,55	80,85	52,56	65,01	40,84	21,04	26,02	40,
18. Rückenwirbelkörper Nr. 17, maz. f	93,68	6,32	27,01	66,67	41,00	61,50	52,68	15,99	23,98	39,
18. rechte Rippe Nr. 17, maz. f	91,90	8,10	7,41	84,49	53,06	62,80	38,84	21,11	24,98	39,
Mittel:	**93,27**	**6,73**	**13,54**	**79,73**	**52,72**	**65,82**	**40,55**	**20,99**	**26,32**	**39,**

(nzeriert e und f).

Substanz	Kalk = CaO		Kohlensäure = CO_2		Stickstoff = N	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	Andere Mineralstoffe	
	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der Asche	in % der Substanz	in % der Asche	in % der Substanz					in % der Substanz	in % der Asche
	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
83	37,40	53,37	4,28	6,56	4,08	22,79	23,59	17,29	4,38	4,14	6,35
74	37,22	53,27	4,08	6,26	4,07	22,74	24,05	16,62	4,36	4,09	6,28
26	35,35	54,18	3,86	6,48	4,55	25,42	27,80	16,37	4,98	3,95	5,97
39	35,29	54,20	4,07	6,81	4,67	26,09	27,90	16,70	5,09	3,80	6,36
67	35,37	54,10	3,96	6,56	4,57	25,33	28,01	16,31	4,95	3,99	6,61
26	34,97	53,63	4,22	7,01	4,69	26,20	27,88	16,82	5,08	4,16	6,91
53	35,53	54,23	3,60	6,00	4,63	25,87	27,97	16,55	5,06	3,82	6,33
53	35,33	53,95	3,92	6,50	4,77	26,65	27,85	17,13	5,18	4,39	7,28
70	34,77	54,61	3,68	6,34	4,82	26,93	29,43	16,38	5,29	3,55	6,11
12	35,33	54,01	4,00	6,73	4,47	24,97	27,43	16,30	4,92	4,10	6,90
15	34,32	53,81	2,97	5,13	4,604	25,72	29,95	15,37	5,07	3,41	5,90
57	34,71	54,91	3,64	6,33	4,88	27,26	29,81	16,37	5,37	3,09	5,38
56	**35,48**	**54,02**	**3,86**	**6,39**	**4,57**	**25,51**	**27,64**	**16,52**	**4,98**	**3,87**	**6,37**
83	38,13	53,07	4,29	6,54	3,62	20,22	21,43	16,89	3,96	4,51	6,87
88	38,19	53,50	4,13	6,33	3,53	19,72	22,01	16,04	3,86	3,91	5,99
13	36,00	55,28	2,94	5,99	3,68	20,56	23,35	15,76	4,88	2,89	5,89
98	34,89	54,27	3,45	6,69	3,80	21,23	25,18	15,09	4,74	2,54	4,92
76	35,14	54,37	2,84	6,50	3,37	18,83	21,07	15,99	4,98	2,99	6,84
53	35,29	54,28	3,61	6,87	3,91	21,84	24,68	15,84	4,84	2,99	5,69
33	33,49	54,46	2,38	5,80	3,69	20,62	23,29	15,84	5,53	2,68	6,54
95	34,26	54,56	3,32	6,26	4,56	25,48	28,11	16,22	5,40	3,00	5,66
55	**35,67**	**54,22**	**3,37**	**6,37**	**3,77**	**21,06**	**23,64**	**15,96**	**4,77**	**3,19**	**6,05**

Namen des Knochens und Bezeichnung	Trockensubstanz in % der Substanz	Wasser in % der Substanz	Fett (Ätherauszug) %	Trockensubst. – Fett = fettfreie Trockensubst.	Asche in % der Substanz	Asche in % der fettfreien Trockensubst.	Glühverlust	Phosphorsäure = P		
								in % der Substanz	in % der fettfreien Trockensubstanz	in % der
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
Mittelzahlen der Diaphysen Nr. 17, präp.	93,08	6,92	6,25	86,83	60,68	69,90	32,40	24,07	27,73	39,
Mittelzahlen der Diaphysen Nr. 18, präp.	93,07	6,93	4,59	88,48	61,87	69,92	31,20	24,56	27,63	39,
Mittelzahlen d. proxim. Gelenkköpfe Nr. 17, pr.	94,03	5,97	35,04	58,99	37,88	63,88	56,15	14,94	25,18	39,
Mittelzahlen d. proxim. Gelenkköpfe Nr. 18, pr.	93,72	6,28	31,90	61,82	39,63	64,18	54,08	15,33	24,76	38,
Mittelzahlen d. distalen Gelenkköpfe Nr. 17, pr.	93,16	6,84	31,35	61,81	39,52	63,92	53,64	15,52	25,11	39,
Mittelzahlen d. distalen Gelenkköpfe Nr. 18, pr.	92,84	7,16	25,04	67,80	43,05	63,53	49,77	16,68	24,60	38,
Mittelzahlen d. Rückenwirbelk. Nr. 17, präp.	94,21	5,78	35,81	58,40	33,88	58,14	60,34	13,34	22,88	39,
Mittelzahlen d. Rückenwirbelk. Nr. 18, präp.	93,85	6,15	29,37	64,48	38,60	59,89	55, 28	14,99	23,26	38,
Mittelzahlen der Dornfortsätze. Nr. 17, präp.	93,18	6,82	26,82	66,36	40,01	60,45	53,18	15,65	23,62	39,
Mittelzahlen der Dornfortsätze Nr. 18, präp.	92,76	7,24	23,70	69,06	42,51	61,62	50,25	16,54	23,97	38,
Mittelzahlen der linken Rippen Nr. 17, präp.	92,42	7,58	22,25	70,17	43,16	61,57	49,26	17,00	24,26	39,
Mittelzahlen der rechten Rippen Nr. 17, präp.	92,37	7,63	20,97	71,40	43,54	61,04	48,83	17,06	23,94	39,
Mittelzahlen der linken Rippen Nr. 18, präp.	92,79	7,21	18,05	74,74	46,42	62,15	46,34	18,19	24,34	39,
Mittelzahlen der rechten Rippen Nr. 18, präp.	92,71	7,29	17,97	74,74	46,46	62,22	46,25	17,57	24,51	39,
Mittelzahlen der linken Schulterblättermitte Nr. 17 und 18, präp. .	92,03	7,97	16,24	75,79	48,43	63,91	43,60	18,85	24,87	38,
Mittelzahlen der linken Schulterblättergelenkköpfe Nr. 17 u. 18, präp.	93,19	6,81	24,30	68,89	43,85	63,63	49,33	16,97	24,62	38,
Mittel:	**93,09**	**6,91**	**23,10**	**69,99**	**44,34**	**63,12**	**48,75**	**17,33**	**24,70**	**39,**
Warmes Wasser, Benzinapparat, Wasserstoffsuperoxyd. Mittelzahlen der Mazerationen c	92,80	7,20	1,02	91,78	60,65	66,05	32,15	24,60	26,79	40,
Warmes Wasser, Übergießen an der Sonne m. Wasser. Mittelzahlen der Mazerationen b . .	92,74	7,26	10,16	82,58	52,74	64,61	40,00	21,08	25,42	39,
Kaltes Wasser, kaltes Benzin. Mittelzahlen der Mazerationen a . .	92,67	7,33	18,84	73,83	44,50	59,87	48,17	17,61	23,67	39,
Kaltes Wasser, kochen m. 2½%er Soda. Mittelzahlen der Mazerat. d	92,04	7,96	6,39	85,65	54,15	63,05	37,89	21,80	25,53	40,
Kochen m. grüner Seife, Benzinappar., Wasserstoffsuperoxyd. Mittelzahlen der Mazerat. e	92,46	7,54	0,67	91,79	60,29	65,66	32,17	23,88	26,01	39,
Kochen mit Pankreas. Mittelzahlen der Mazerationen f	93,27	6,73	13,54	79,73	52,72	65,82	40,55	20,99	26,32	39

bellen I, II, III, IV, V, IX, X, XI).

Substanz	Kalk = CaO		Kohlensäure = CO_2		Stickstoff = N	Protein (Faktor 5,587)	Leim Spalte 4 — (5 + 14)	N-Berechnung in % des Leims	N-Berechnung in % der fettfr. Trockensubst.	Andere Mineralstoffe	
	in % der fettfreien Trocken-substanz	in % der Asche	in % der Substanz	in % der Asche	in % der Substanz					in % der Substanz	in % der Asche
7.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
.77	36,59	52,36	4,25	6,99	3,78	21,11	21,90	17,24	4,35	4,84	7,94
.01	37,31	53,36	4,34	7,02	3,70	20,65	22,27	16,60	4,18	4,29	6,94
.44	34,51	54,05	2,74	7,27	3,11	17,36	18,37	16,89	5,30	2,50	6,53
.20	34,11	53,38	2,83	7,10	3,14	17,54	19,28	16,33	5,10	3,18	8,02
.96	33,93	53,08	2,96	7,50	3,34	18,69	19,33	17,29	5,40	3,04	7,64
.38	34,49	54,28	3,04	7,03	3,50	19,57	21,69	16,13	5,18	3,01	6,98
.11	31,06	53,48	2,10	6,19	3,62	20,22	22,42	16,17	6,18	2,42	7,13
.95	32,52	54,35	2,51	6,51	3,87	21,55	23,37	16,53	5,98	2,65	6,79
.87	32,34	54,31	2,69	6,72	3,94	21,99	23,66	16,73	5,93	2,61	5,88
.04	33,43	54,24	3,19	7,51	3,90	21,84	23,35	16,72	5,63	2,92	6,85
.37	33,34	54,15	2,99	6,92	3,98	22,22	24,02	16,60	5,66	2,78	6,45
.27	32,61	53,44	2,97	6,77	4,07	22,75	24,88	16,40	5,70	3,21	7,38
.66	32,99	53,07	3,17	6,83	4,10	22,91	25,12	16,32	5,48	3,60	7,77
.67	33,02	53,10	3,11	6,69	4,17	23,31	25,17	16,59	5,58	3,47	7,46
.72	35,26	55,18	3,59	7,42	4,02	22,46	23,76	16,93	5,30	2,85	5,85
.55	34,14	53,77	3,22	7,33	3,57	19,94	21,81	16,35	5,18	3,33	7,53
.81	**33,85**	**53,73**	**3,11**	**6,99**	**3,74**	**20,88**	**22,52**	**16,61**	**5,38**	**3,17**	**7,07**
.98	35,93	54,39	3,69	6,05	4,50	25,13	27,44	16,49	4,90	3,07	5,05
.41	34,27	53,89	3,25	6,08	3,91	21,84	26,59	14,86	4,74	3,25	6,12
.07	32,45	54,23	2,54	5,56	3,31	18,51	26,79	12,78	4,51	2,81	6,28
.78	33,50	53,19	3,18	5,80	4,00	22,35	28,31	14,40	4,68	3,56	6,54
.56	35,48	54,02	3,86	6,39	4,57	25,51	27,64	16,52	4,98	3,87	6,37
.55	35,67	54,22	3,37	6,37	3,77	21,06	23,64	15,96	4,77	3,19	6,05

Lebenslauf.

Am 6. Januar 1881 wurde ich, Georg Schein, als Sohn des Gutsbesitzers Wilhelm Schein und dessen Ehefrau Henriette geb. Schenk zu Wenigenlupnitz, Kreis Eisenach, geboren. Mein Religionsbekenntnis ist das evangelische. Zunächst besuchte ich die Dorfschule meiner Heimat und darauf das Großherzogliche Realgymnasium zu Eisenach, das ich Ostern 1901 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Sodann ging ich als Eleve auf das Gut meines Vaters, um mich in der Landwirtschaft praktisch auszubilden. Im Oktober desselben Jahres bezog ich zum Studium der Landwirtschaft die Universität Halle a. S., wo ich bis zum Schluß des Wintersemesters 1903/04 immatrikuliert blieb. Die jedesmaligen Oster- und Sommerferien brachte ich in der Praxis zu. Vom 1. März bis 1. Oktober 1904 ging ich nochmals auf mein väterliches Gut in die Praxis und genügte dann meiner Militärpflicht. Hierauf setzte ich meine begonnenen Studien an der Universität Halle a. S. fort. Im Herbst 1907 erhielt ich eine Assistentenstelle am Landwirtschaftlichen Institut, die ich noch jetzt innehabe. Im Frühjahr 1909 bestand ich das landwirtschaftliche Staatsexamen und am 17. Dezember 1912 wurde ich auf Grund der vorliegenden Dissertation nach bestandenem Rigorosum von einer hohen philosophischen Fakultät der Universität Halle zum Doktor designiert.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Übungen folgender Herren Dozenten:

Bode, Conrad, Cluß, Disselhorst, Dorn, Doebner †, Ebbinghaus †, Eltzbacher, von Fritsch †, Fischer, Golf, Grenacher, Holdefleiß, Kühn †, Klebs, Krueger, Luedecke †, Nachtweh, von Nathusius, Rabe, Riehl, Schneidewind, Sommerlad, Volhard †, Vorländer, Walter †, Walther, Wohltmann.

Es sei mir gestattet, allen meinen akademischen Lehrern an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.